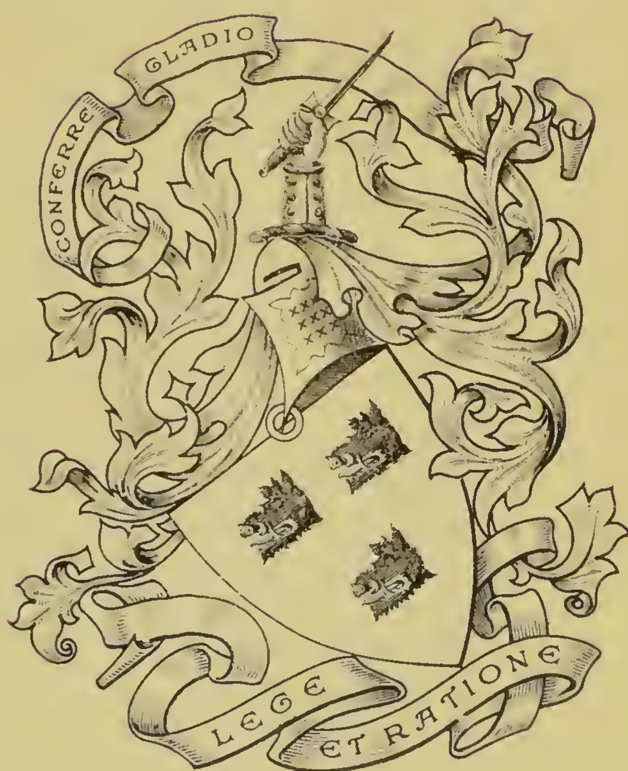


Edgar March Crookshank.

SAINT HILL, SUSSEX.



LEÇONS

SUR LE

VER A SOIE DU MURIER

MONTPELLIER

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE DE BOEHM ET FILS

LEÇONS

SUR LE

VER A SOIE DU MURIER

PAR

M. Eugène MAILLOT

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ,

DIRECTEUR DE LA STATION SÉRICICOLE DE MONTPELLIER.

Ce Volume contient 3 Planches gravées et 36 Figures intercalées dans le texte.



MONTPELLIER

CAMILLE COULET, Libraire-Éditeur

LIBRAIRE DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE, DE L'ÉCOLE D'AGRICULTURE ET DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES

GRAND'RUE, 5.

PARIS

A. DELAHAYE & E. LECROSNIER, Libraires-Éditeurs

Place de l'École-de Médecine

1885.

A Monsieur Louis PASTEUR

Hommage de reconnaissance
et d'affection de son élève.

E. MAILLOT.

PRÉFACE

J'offre au Public, dans cet ouvrage, un exposé sommaire des matières qui font l'objet de mes leçons à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier.

Ce sont, d'une part, des notions sur la structure du ver à soie à tous ses âges, les fonctions de ses organes et ses diverses maladies ; d'autre part, les procédés pratiques d'élevage, puis les méthodes de sélection et de conservation des graines. Le cocon et l'étude de la soie forment un chapitre spécial.

Dans le détail de chaque question, j'ai tâché de suivre un ordre progressif, de sorte que le début fût à la portée des commençants, et les développements subséquents capables de satisfaire des lecteurs plus avancés. D'ailleurs, des titres en gros caractères séparent assez nettement les subdivisions de chaque sujet.

J'ai donné à la partie pratique une étendue assez grande, afin de procurer aux éleveurs de vers à soie tous les renseignements utiles : les mettre au courant des meilleures méthodes d'élevage et de préparation des graines, c'est leur fournir les armes les plus efficaces pour la lutte qu'ils soutiennent si vaillamment contre la concurrence étrangère. A cet égard, les découvertes de mon illustre Maître, M. Pasteur, ne sont pas encore utilisées autant qu'il le faudrait. C'est dans ses *Études sur la maladie du ver à soie* que j'ai puisé la meilleure partie de ce livre. Pour le

surplus, j'ai mis à contribution tous les travaux spéciaux dont j'ai pu avoir connaissance, et dont, chemin faisant, je citerai les auteurs. A ces divers matériaux, je n'ai eu que peu de chose à ajouter : quelques calculs relatifs à la ventilation des locaux, à l'espacement des vers ; un système d'étagères, un procédé d'encabanage ; des détails anatomiques sur la bouche du papillon, ses stigmates, son vaisseau dorsal ; tels sont à peu près les seuls passages que je croie nouveaux.

Je dois à l'extrême obligeance de M. Drageon, fondateur de la *Provence Agricole*, et de M. Gautier-Villars, éditeur des *Études* de M. Pasteur, les clichés de presque tous les dessins et celui de la Pl. III ; je me plais à leur en témoigner ici toute ma reconnaissance.

Je remercie non moins sincèrement la Société des Agriculteurs de France et la haute Administration de l'Agriculture d'avoir bien voulu souscrire à mon ouvrage.

Puisse-t-il n'être pas indigne de suffrages si précieux pour moi ! puisse-t-il gagner à la Sériciculture de nombreux et fervents adeptes !

Montpellier, septembre 1884.

LEÇONS

SUR LE

VER A SOIE DU MURIER

INTRODUCTION.

Notions générales sur le ver à soie du mûrier. — Le ver à soie, généralement connu dans le midi de la France sous le nom de *magnan,* est une espèce de chenille qui se nourrit des feuilles de mûrier.

Contrairement aux autres chenilles, que nous nous efforçons de détruire parce qu'elles dévastent les bois, les vergers et les champs, celle-ci est l'objet de nos soins les plus minutieux, et nous l'élevons comme un animal du plus haut prix.

C'est qu'en effet cet animal produit la première des matières textiles, la soie. Plus fin, plus régulier, plus tenace que les fibres végétales, le fil de soie est en même temps plus brillant. En outre, la chenille nous le fournit tout prêt à dévider, sous forme d'un peloton continu qu'on appelle *cocon,* et qui en contient près d'un kilomètre de longueur. Il suffit, pour opérer ce dévidage, de battre les cocons dans l'eau chaude avec une vergette ou une brosse ; on trouve ainsi l'origine du fil de chacun

d'eux ; en réunissant alors cinq ou six de ces bouts, on les tire ensemble ; le faisceau ainsi obtenu s'appelle *soie grège*. La matière glutineuse des divers brins n'a été que ramollie par l'eau chaude ; elle se sèche rapidement sur la grège et forme de ce faisceau un fil unique.

Avant de filer son cocon, le ver à soie a dû consommer beaucoup de feuilles ; à plusieurs reprises, il a *mué*, c'est-à-dire s'est dépouillé de la cuticule qui formait à la surface de sa peau une sorte de carapace devenue trop étroite ; il a pu ainsi grossir considérablement. Pendant cette période, qui dure une trentaine de jours, il a été une véritable *chenille* ou *larve*. Le cocon, dans lequel cette larve s'enferme, représente pour elle une sorte de nid où elle peut en sécurité accomplir une nouvelle phase de son existence ; elle subit dans ce cocon une mue pour devenir *chrysalide*, puis une autre mue encore pour devenir *papillon*. Sous cette dernière forme, l'animal s'échappe du cocon : il est parvenu à l'état adulte ; les deux sexes s'accouplent ; puis, aussitôt après, les femelles pondent leurs œufs.

Plus tard, ces œufs éclosent, donnant ainsi une nouvelle génération de chenilles qui se comporteront comme les précédentes, et ainsi de suite.

Les cocons percés par les papillons ne peuvent plus être dévidés aisément. On les carde, et le produit du cardage, filé à la façon du coton, donne la *filoselle*.

Qualités spéciales du ver du mûrier. — La série de transformations que nous venons de décrire chez la chenille du mûrier se rencontre généralement chez toutes les espèces de chenilles. Toutes ont aussi des organes produisant de la soie. Mais la plupart des espèces

ont ces organes fort petits ; la quantité de soie minime qui en sort ne sert à former qu'un point d'attache, ou d'autres fois un simple lien pour la chrysalide ; d'autres fois encore, elle sert à agglutiner des poils ou des poussières sous forme d'un grossier cocon. Les seules espèces capables de fournir à notre industrie un cocon utilisable, un cocon de soie plus ou moins semblable à celui du ver à soie du mûrier, appartiennent comme lui au genre *Bombyx* de Linné [1].

Entre tous les Bombyx, celui du mûrier (*Bombyx mori*), que nous étudions ici, se distingue comme le plus utile, et de beaucoup le plus avantageux à cultiver.

En effet, sa chenille n'est pas d'humeur vagabonde ; elle se tient tranquillement sur les feuilles de mûrier qu'on lui sert en pâture sur des claies ou des paniers plats ; cela permet d'en élever sans peine en grand nombre, sous nos toits, à l'abri du froid, de la pluie, du vent et des animaux destructeurs, tels que les oiseaux, les lézards, les fourmis, les ichneumons, etc. Dans de telles conditions, on peut proportionner la dépense de feuille au nombre des chenilles, ce qui ne serait pas facile si on les logeait sur les mûriers. Aussi l'élevage pratiqué dans ces locaux, qu'on nomme *magnaneries*, est-il bien plus lucratif qu'en plein air.

Le ver à soie du mûrier présente un autre avantage : c'est de produire un cocon fermé, facile à dévider au moyen de l'eau chaude, sans addition d'aucune substance

[1] Le genre *Bombyx* comprend les papillons nocturnes qui sont munis de très grandes antennes pectinées et dont les pièces buccales sont rudimentaires ; les ailes inférieures affleurent ou débordent même extérieurement les ailes supérieures. Leurs chrysalides n'ont pas de dentelures aux anneaux. Leurs chenilles ont six pattes et vivent à l'air libre, en dévorant les parties tendres des végétaux.

alcaline ; la propriété qu'ont les fils de s'agglutiner au sortir de l'eau chaude est précieuse, en ce qu'elle permet de les manier plus aisément, une fois qu'ils sont réunis.

Enfin le mûrier offre des commodités exceptionnelles, tant par la rapidité de sa croissance que par la façon dont il supporte la taille.

Aucun autre bombyx ne réunit un tel ensemble de conditions favorables. Les uns ont des chenilles vagabondes, qu'on ne saurait tenir captives à moins de les loger sur des rameaux plongeant dans l'eau, disposition qui exige des locaux très vastes, et des soins extrêmes quand on renouvelle les rameaux. Les autres donnent des cocons difficiles ou même impossibles à dévider, et qu'on est obligé de soumettre au cardage.

C'est pourquoi ces divers bombyx, appelés *vers à soie sauvages*, ne sont élevés dans nos contrées que par de rares amateurs. Les plus connus se nourrissent du chêne (*B. yama-maï* ; *B. Pernyi*) ; du jujubier (*B. mylitta*) ; de l'ailante (*B. Cynthia*) ; du prunier (*B. cecropia*); du ricin (*B. arrindia*). Ce n'est que dans l'Inde, la Chine, le Japon, qu'on peut tirer bon parti de ces espèces.

A plus forte raison négligeons-nous les chenilles qui vivent en société et font sur nos arbres des feutrages de filaments soyeux, comme le *Bombyx processionnaire du pin*.

Variétés dont l'élevage doit être recommandé. — Même dans l'espèce *Bombyx mori*, il y a des races dont la culture serait peu économique dans nos pays d'Occident. Ce sont les races dites *polyvoltines*, c'est-à-dire qui font plusieurs générations par an. Leurs cocons

sont petits, grossiers, de peu de valeur. Il faudrait que la main-d'œuvre fût à vil prix et la feuille surabondante pour qu'on eût intérêt à élever ces races. Ce cas se présente, paraît-il, au Bengale; mais il en est tout autrement en Europe. Nous devons donc nous attacher exclusivement à l'élevage des races *annuelles*, dont les cocons sont de qualité supérieure.

Parmi les races annuelles, il y en a dont les vers subissent *quatre mues* avant de faire leur cocon, tandis que d'autres font *trois mues* seulement. Les races à quatre mues sont de beaucoup les plus répandues en France.

On en distingue de trois sortes, suivant que la couleur des cocons est jaune, verte ou blanche. Chacune de ces sortes présente en outre des variétés nombreuses, caractérisées par la forme ou par la taille des cocons, ou encore par la coloration de la peau des vers. D'ailleurs toutes ces races ou variétés peuvent se croiser entre elles et se modifient plus ou moins en changeant de climat ou de nourriture, de sorte qu'il serait impossible d'en faire une énumération. En France, les variétés les plus recherchées sont tirées des Cévennes, des Pyrénées et du Var ; leurs cocons sont jaunes, de dimension moyenne ou au-dessous de la moyenne ; on estime moins celles des Alpes et du Cher, dont les cocons sont plus gros. Celles du Japon, à cocons verts, valent moins encore. On a dû cependant y recourir lorsque, en 1864, une maladie épidémique, la *pébrine*, dont nous aurons occasion de parler plus tard, eut détruit presque totalement les races jaunes d'Europe ; mais, depuis lors, celles-ci ont été reconstituées à l'aide des méthodes indiquées par M. Pasteur, et les races du Japon leur cèdent de nouveau la place. En France, on n'en conserve plus guère que dans

quelques régions de l'Isère, de l'Ardèche et de la Drôme, où elles réussissent assez bien. En Italie, de même, on voit le Piémont cultiver les races vertes avec persistance.

Statistique des récoltes de cocons dans le monde entier. — Il n'est pas facile d'évaluer d'une façon précise la quantité de cocons récoltée annuellement dans le monde entier ; on ne peut en effet obtenir des contrées d'Orient que des évaluations approximatives. En moyenne, on peut admettre les chiffres ci-après[1] :

Italie	37.000.000	de kilogr.
France	9.000.000	—
Turquie d'Europe	4.475.000	—
Russie	120.000	—
Caucase	15.750.000	—
Turkestan	600.000	—
Espagne	1.700.000	—
Autriche-Hongrie	795.000	—
Suisse	200.000	—
Grèce	260.000	—
Portugal	200.000	—
Allemagne	2.000	—
Chine	113.100.000	—
Japon	27.750.000	—
Indoustan	12.000.000	—
Bengale	8.910.000	—
Géorgie, Perse, Koraçau	4.938.000	—
Anatolie	1.276.000	—
Syrie	1.425.000	—
Cochinchine française	600.000	—
Maroc	540.000	—
Algérie	7.000	—
États-Unis	170.000	—
Chili	5.000	—
TOTAL	240.823.000	kilogr.

[1] Ces chiffres, tirés du rapport de M. Fuzier sur l'Exposition de Paris (1878), sont applicables aux années 1873 à 1877.

Notions historiques sur le ver du mûrier. — Le ver à soie du mûrier est connu en Chine depuis un temps immémorial. Les annales les plus anciennes de ce pays attribuent à Silingchi, femme de l'empereur Hoang-Ti, qui vivait environ 2600 ans avant l'ère chrétienne, l'honneur d'avoir élevé la première des vers à soie et dévidé leurs cocons. Mais les peuplades de la Chine n'occupaient alors qu'un territoire peu étendu, sur les bords de la mer Jaune, et elles n'avaient aucune communication avec l'Occident. C'est seulement au IIe siècle avant Jésus-Christ qu'elles exportèrent des soieries dans l'Asie occidentale, d'où ces produits se répandirent en Europe. On les y payait au poids de l'or. Sous Marc-Aurèle (165 ap. J.-C.), une ambassade romaine pénétra jusqu'à la Chine. Mais le secret de la production de la soie y était gardé avec un soin jaloux. Ce n'est que par artifice, et au péril de sa vie, qu'une dame chinoise, femme du roi de Kôtan, porta cette industrie dans ce dernier pays, en 419. Vers la même époque (en 462), le Japon aussi parvint à s'en emparer.

On ne saurait dire si l'Inde et la Perse l'ont aussi puisée à la même origine, ou si au contraire ces contrées ont connu la soie et le dévidage des cocons aussi tôt que les Chinois.

Quoi qu'il en soit, cette industrie était pratiquée, au VIe siècle, dans une région appelée alors *Sérinde*, limitrophe de la Perse; c'est de là que, en 552, deux moines rapportèrent à Constantinople des œufs de vers à soie qu'ils firent éclore et qu'ils nourrirent des feuilles de mûriers noirs qui existaient déjà dans le pays. Mais ni l'empereur Justinien, qui régnait alors, ni ses successeurs ne surent profiter de cet événement; ils ne créè-

rent dans l'empire byzantin aucun centre d'industrie séricicole capable de rivaliser avec les pays d'Orient.

Il faut arriver au VIIIe siècle pour voir ce progrès s'accomplir ; la gloire en revient entièrement aux Arabes. Dans toute l'étendue de leur immense empire, depuis la Perse et le Caucase jusqu'en Espagne, en Sicile, et tout le long de la côte africaine, ils répandirent la culture des mûriers et l'élevage des vers à soie.

De la Sicile et de l'Espagne, ces industries furent portées en Italie et en France. Vers l'an 1300, on élevait des vers à soie à Modène, Bologne, Florence ; en 1360, paraissait le premier traité connu sur ce sujet, écrit par Bonafido Paganino, en dialecte bolonais. Il est à peu près certain qu'à la même époque la Provence et le comtat Vénaissin produisaient aussi une petite quantité de soie, et que cette soie était mise en œuvre à Avignon, Montpellier et Marseille. Là, comme en Italie, c'était le mûrier noir qui servait à la nourriture des vers. Le mûrier blanc fut importé du Levant assez tardivement : la Toscane ne le posséda qu'en 1434 ; sous Charles VIII, en 1495, on le transporta de Naples en France.

Importance de l'industrie séricicole depuis Henri IV jusqu'à notre époque. — François Ier, Catherine de Médicis, Henri III, donnèrent quelques encouragements à cette culture. Mais l'industrie des vers à soie ne commença à prendre pied sérieusement en France que sous Henri IV. En 1599, sur la demande expresse de ce prince, le célèbre agronome Olivier de Serres publiait sa *Cueillette de la soie*; en 1601, il portait à Paris vingt mille pieds de mûriers blancs, pour être plantés aux Tuileries. Laffémas, valet de chambre du roi et con-

trôleur du commerce de France ; Traucat, jardinier de Nimes, aidèrent aussi à cette propagande : le premier, par des brochures et des avis au Conseil de Commerce ; le second, par la création de vastes pépinières d'où il se vante d'avoir tiré plus de 4 millions de mûriers dans l'espace de quarante ans. Le clergé et les nobles durent en planter partout pour être agréables au roi [1]. Malheureusement, la mort de celui-ci (1610) fit crouler toute l'entreprise.

Cinquante ans plus tard, Colbert la reprit à l'aide de moyens analogues ; des primes furent données aux planteurs ; les protestants se distinguèrent surtout parmi les

[1] Un historien de cette époque, Palma Cayet, s'exprime comme il suit au sujet des entreprises de Henri IV :

« Et d'autant que les soyes ne se peuvent fournir pour les ouvrages susdits en quantité suffisante si non qu'il y en eust une continuelle production en France, Messieurs les commissaires du roy, pour le faict du commerce et des manufactures, donnèrent avis à S. M. de faire une ordonnance et commandement aux généralités de Paris, Orléans, Tours et Lyon, de faire des pepinières de meuriers pour nourrir les vers à soye ; et pour cet effect, par gens à ce commis, suivant l'édict qui en fut faict, il fut distribué à toutes les paroisses des dites généralités des meuriers blancs et des graines, avec un livre de la manière de les planter, et comme il faillait nourrir les vers à soye pour en faire des ouvrages. Les espreuves en avaient été faites dans le château de Madry, près Paris, où il y a grande quantité maintenant de vers à soye, de moulins et autres instruments pour leur donner toutes ses façons. Et depuis, en beaucoup d'endroits des dictes généralités, on a planté force meuriers blancs et noirs pour avoir foison de nourriture aux dicts vers à soye, qui font leurs bobines et leurs œufs aussi heureusement qu'en Italie ou Avignon, et s'en tire de la soye aussi belle et fine qui se peut dire, tant blanche que jaune, qui sont les espèces qui se procréent de la dicte nourriture. Et au lieu que telle industrie n'estait que pour Avignon et la Provence, à cause qu'ils sont plus exposés au midi, à présent en la voisinance de Paris qui est au septentrion, les vers à soye et les meuriers y croissent et produisent heureusement. (*Chronologie septénaire*, 1603.)

plus zélés dans la production de la soie. Mais survint la révocation de l'Édit de Nantes (1685) : beaucoup de familles protestantes s'exilèrent alors, pour fuir les persécutions, et leurs talents profitèrent à l'Angleterre, à la Suisse, à l'Allemagne. La France ne produisait, à cette époque, pas plus de 15,000 kilogr. de soie grège, ce qui correspond à environ 200,000 kilogr. de cocons frais. Les manufactures de Lyon, Tours, Paris, etc., mettaient en œuvre environ 500,000 kilogr. de soie grège qui venaient principalement du Levant, de la Sicile et du reste de l'Italie.

Il fallut le rude hiver de 1709, qui gela tous les châtaigniers des Cévennes, pour obliger les paysans à chercher une ressource dans la plantation des mûriers. Depuis cette époque, l'éducation des vers à soie tint une grande place dans l'agriculture du Languedoc et y prit autant d'importance, pour le moins, que dans la Provence et le Dauphiné. Elle s'étendit aussi dans le Lyonnais, le Vivarais et la Gascogne.

Ni le reste de la France ni les autres pays d'Europe situés hors du versant méditerranéen n'ont réussi dans leurs tentatives pour s'emparer de cette culture; en effet, elle ne convient pas aux pays qui sont trop pluvieux pendant la saison du printemps, ni à ceux qui sont trop froids pour que les mûriers apportent bien la taille annuelle, ni enfin à ceux où la main-d'œuvre, à l'époque des éducations, serait trop coûteuse.

De 1760 à 1780, la production annuelle de soie grège, en France, a été de 400 à 500 mille kilogr. Ce chiffre s'est élevé, de 1820 à 1840, à 1 million de kilogr., et enfin à 2 millions de 1840 à 1855.

Durant cette dernière période, les éleveurs, enhardis

par leurs succès et désireux, d'autre part, de réduire les frais de main-d'œuvre, qui allaient en s'élevant considérablement, commencèrent à donner plus d'importance à leurs chambrées, sans trop se soucier du choix des graines ni des exigences de l'hygiène. De là, l'extension rapide de diverses maladies épidémiques. Elles se manifestèrent d'abord en France, puis dans toutes les contrées séricicoles. Depuis lors, l'élevage des vers à soie n'a plus été qu'une lutte perpétuelle contre ces maladies. Il a fallu rechercher dans le monde entier, jusqu'au Japon, des graines saines. La production de la France[1] est tombée à une moyenne de 500 à 600 mille kilogr. de soie grège ; celle de l'Italie s'est réduite de 4 à 2 millions de kilogr.

Cependant cette situation déplorable a été améliorée singulièrement dans ces derniers temps, à la suite des travaux de M. Pasteur. On doit à cet illustre savant des moyens préventifs certains contre la *pébrine* : nos races jaunes sont reconstituées ; les vers sont soignés d'une manière plus méthodique, et on arrive le plus souvent à éviter la maladie la plus redoutée, la *flacherie*, de sorte qu'il n'est pas rare de constater des rendements de 40, 50 et même 60 kilogr. de cocons à l'once de 25 grammes. Seulement on a dû restreindre l'importance des chambrées, par des motifs économiques que nous allons maintenant exposer.

Conditions économiques actuelles de l'industrie séricicole. — A peine M. Pasteur avait-il fourni aux éducateurs de vers à soie les moyens de régénérer leur

[1] Nous donnons ci-après (pag. 16) le Tableau de la production de la France en cocons, dont les chiffres sont empruntés, jusqu'en 1856, à un

industrie et de la développer même au delà des limites où elle s'était jusqu'alors renfermée, qu'une difficulté nouvelle surgissait. A la suite de l'amoindrissement des

Mémoire de M. Dumas inséré aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris (1857); ensuite, jusqu'en 1871, à la Statistique de la France, par M. Block; enfin, depuis 1871, aux Statistiques annuelles du Syndicat des marchands de soie de Lyon.

ANNÉES.	PRODUCTION annuelle EN KILOGR.	PRIX MOYEN DU KILO		ANNÉES.	PRODUCTION annuelle EN KILOGR.	PRIX MOYEN DU KILO	
		race indig.	race japon.			race indig.	race japon.
1760-1780	6.600.000	2.50	»	1864	8.500.000	5.90	»
1781-1788	6.200.000	3.00	»	1865	5.500.000	8.00	»
1789-1800	3.500.000	2.80	»	1866	16.400.000	6.00	»
1801-1807	4.250.000	3.20	»	1867	14.100.000	7.00	»
1808-1812	5.140.000	3.40	»	1868	10.600.000	8.00	»
1813-1820	5.200.000	4.10	»	1869	8.100.000	7.45	»
1821-1830	10.800.000	4.10	»	1870	10.100.000	6.45	»
1831-1840	14.700.000	3.70	»	1871	10 320.000	6.20	4.15
1841-1845	17.500.000	3.80	»	1872	9.870.000	7.87	6.37
1846-1853	24.250.000	3.78	»	1873	8.360.000	6.91	6.25
1853	26.000.000	4.50	»	1874	11.070 000	5.07	4.23
1854	21.500.000	4.65	»	1875	10.770.000	4.73	3.72
1855	19.800.000	5.00	»	1876	2.390.000	5.00	4.14
1856	7.500.000	7.60	»	1877	11.400 000	4.66	3.76
1857	7.500.000	7.60	»	1878	7.720.000	4.84	4.19
1858	11.500.000	8.00	»	1879	4.770.000	4.95	4.10
1859	11.000.000	5.30	»	1880	6.490.000	4.26	3.74
1860	11.500.000	7.15	»	1881	9.255.000	4.21	3.83
1861	8.500.000	7.25	»	1882	9.690.000	4.20	3.35
1862	9.700.000	5.32	»	1883	7.660.000	3.91	3.70
1863	9.500.000	5.32	»				

Les départements qui fournissent aujourd'hui nos récoltes de cocons sont ceux de la région sud-est, notamment le Gard (27,7 0/0), l'Ardèche (18,1 0/0), la Drôme (17,2 0/0) et Vaucluse (16,5 0/0) qui, réunis, font à peu près les quatre cinquièmes de la production totale de la France. Le reste provient du Var, des Bouches-du-Rhône, de l'Isère, de l'Hérault et des Basses-Alpes. Un faible appoint est encore donné par la Lozère, les Alpes-Maritimes, les Pyrénées-Orientales, le Tarn-et-Garonne, les Hautes-Alpes, le Tarn, la Savoie, la Corse, l'Aveyron, l'Ain, la Loire, la Haute-Garonne et le Rhône.

récoltes de l'Occident par l'effet de la pébrine, les commerçants ont eu recours aux soies d'Orient; les relations avec la Chine, les Indes, le Japon, ont été facilitées par l'ouverture du canal de Suez ; aussi, depuis 1869, des quantités énormes de ces soies ont-elles été apportées en Europe, et à des prix relativement très faibles. Les chiffres suivants montrent pour quelle énorme part ces soies figurent maintenant dans la consommation de l'Europe.

Soie grège *consommée annuellement en Europe* (moyenne de 1873-1882 inclus).

Production de France, Corse, Algérie..	607.936	kilogr.
— Italie et Autriche.......	2.291.556	—
— Espagne et Portugal....	89.640	—
— Turquie et Grèce.......	387.050	—
— Géorgie et Perse.......	297.200	—
Exportations de Chine...............	4.078.030	—
— du Japon...............	961.650	—
— des Indes...............	513.480	—
Total........	9.026.542	kilogr.

Ainsi, sur 9 millions, 5 à 6 sont d'importation d'Asie.

Pour nous, comme pour les anciens, l'Orient est toujours le *pays de la soie*; mais, actuellement, c'est le bas prix de la main-d'œuvre qui lui crée ce privilège.

Il en résulte naturellement une forte dépréciation de nos grèges indigènes. Car si la qualité des soies d'Orient est en général inférieure à celle des nôtres, elle est cependant bien suffisante pour la fabrication d'étoffes à bon marché, où entrent des fils de coton, et qu'on surcharge de substances chimiques plus ou moins tinctoriales. Or la mode, dans ces derniers temps, s'est contentée de ces étoffes et a délaissé au contraire les belles soieries. Les grèges de premier ordre n'ont plus trouvé d'emploi, et

bon nombre de filateurs des Cévennes ont fermé leurs usines.

Le prix des cocons se maintient à un taux très bas, qui décourage beaucoup d'éleveurs. Ainsi, il n'y a pas plus de dix ans, la France élevait encore près de 900 mille onces de graine ; actuellement, ce chiffre est réduit de moitié.

Il serait donc à souhaiter, pour l'agriculteur comme pour le filateur, que la mode revînt promptement aux belles soieries.

Toutefois il est juste de remarquer que l'agriculteur dispose d'une ressource dont il n'a pas tiré jusqu'ici tout le parti possible, et qui consiste à augmenter le rendement de ses éducations. Au taux de 50 à 60 kilogr. de cocons à l'once, les éducations seraient très rémunératrices. Or nous avons dit que de telles récoltes étaient, non seulement possibles, mais encore se présentaient maintenant assez fréquemment. Le tout est qu'elles deviennent le cas ordinaire.

Nous avons la conviction qu'on y parviendra en donnant aux graines et aux vers des soins mieux entendus ; de grands progrès peuvent être faits sous ce rapport, et c'est à ce but principalement que visent les pages suivantes.

PREMIÈRE PARTIE.

DE L'ŒUF

I. — Anatomie et physiologie de l'Œuf. Sa conservation.

Notions générales sur les graines ou œufs de vers à soie. — On appelle vulgairement *graines de vers à soie* les œufs pondus par les papillons femelles du Bombyx du mûrier.

Ces œufs sont ovales, légèrement aplatis ; leur diamètre moyen est d'environ 1 millimètre ; il varie quelque peu avec les races : ainsi, celles du Japon ont des dimensions un peu plus petites ; il en faut près de 2,000 pour peser un gramme, tandis que 1,500 dans les races milanaises, et 1,400 à 1,200, dans les races à gros cocons, suffisent pour former ce même poids.

Leur poids spécifique est un peu supérieur à celui de l'eau ; d'après Haberlandt, il est voisin de 1,08.

La couleur des œufs fraîchement pondus est jaune clair; puis elle vire graduellement, en cinq ou six jours, au gris cendré ou parfois au jaune terreux. Les œufs non fécondés demeurent jaune clair et bientôt se dessèchent.

Au sortir du corps du papillon, les œufs sont enduits d'un vernis gommeux qui les colle aux objets voisins ; dans l'état de nature, ils seraient déposés sur l'écorce

des mûriers ; dans nos magnaneries, on les reçoit sur des toiles.

La plupart des éleveurs les conservent en cet état, en ayant seulement la précaution de suspendre les toiles au plafond d'une chambre exposée au nord, ou bien dans une cage d'escalier. Pendant l'hiver, ils détachent les œufs en plongeant pendant quelques heures les toiles dans un baquet d'eau froide ; puis, les raclant avec un couteau à tranchant émoussé, les œufs tombent au fond de l'eau ; on décante, en laissant perdre ce qui surnage ; puis on change encore d'eau deux ou trois fois ; et finalement, quand les graines paraissent bien propres, on les met à sécher sur un linge dans une chambre sans feu. Quelques jours après, on les divise par lots de 25 gram. dans autant de sachets ou de boîtes de carton percées de petits trous, ou bien on les étale en couche très mince sur des cadres à fond de toile, et on les laisse ainsi jusqu'au printemps dans une chambre exposée au nord et sans feu.

Mais ces règles sommaires ne peuvent nous suffire. En effet, pour apprécier la valeur de ces divers procédés, ne faut-il pas connaître les raisons qui les justifient, savoir modifier ces procédés quand les circonstances l'exigent, et se rendre compte des accidents imprévus, afin de les éviter dans la suite ? Il faut, par conséquent, reprendre d'une manière plus approfondie l'étude de l'œuf, et analyser les effets que produisent sur lui les agents extérieurs, notamment l'air, l'eau et la chaleur.

Structure de l'œuf.— L'œuf récemment pondu présente deux parties : une coque solide et un contenu semi-liquide.

La coque est une pellicule mince, translucide, de consistance parcheminée ; elle est formée d'une substance chitineuse qu'on peut regarder comme composée de cellulose et d'albumine ; cette matière, ayant été sécrétée dans l'ovaire par les cellules épithéliales, n'est pas constituée en cellules, elle a seulement conservé à sa surface des empreintes qui figurent des dessins celluloïdes. La paroi de la coque est perforée de nombreux canaux microscopiques. Au petit bout de l'œuf, on voit une légère dépression : c'est la trace d'une ouverture qui existait encore dans la coque un moment avant la ponte ; par cette ouverture, appelée *micropyle*, le liquide fécondant a pénétré dans l'œuf, puis ce passage s'est fermé ; c'est précisément cette partie de la coque que ronge le petit ver quand il éclôt. La surface extérieure de la coque est, en outre, revêtue du vernis gommeux dont nous avons déjà parlé ; ce vernis se gonfle dans l'eau, mais ne s'y dissout que très peu, car, d'après Haberlandt, les œufs ne perdent que 0,63 pour 100 de leur poids par les lavages à l'eau. On s'explique par là qu'on puisse les tenir impunément sous l'eau pendant plusieurs jours. Les acides faibles et beaucoup de solutions salines agissent comme l'eau. Les alcalis caustiques, au contraire, dissolvent rapidement le vernis en question et attaquent même, quoique plus lentement, la coque sous-jacente.

La surface interne de la coque est tapissée par une membrane très mince, qui enclôt tout le liquide de l'œuf : on l'appelle *membrane vitelline*.

Le contenu semi-fluide de l'œuf présente au microscope une infinité de globules assez semblables à ceux du jaune des œufs d'oiseaux ; ces globules sont de grandes cellules sphériques à un ou plusieurs noyaux ;

elles sont en suspension dans un liquide albumineux, et cet ensemble compose le *vitellus,* matière nutritive du germe. Le germe, après la ponte, n'est qu'un amas de cellules formant une sorte de bandelette ou ruban, plongeant par une extrémité dans la masse vitelline, et émergeant ensuite de cette masse pour se tenir à la surface, du côté opposé au micropyle. Les cellules du germe se multiplient aux dépens de celles du vitellus, et c'est ainsi que s'organise le corps de l'embryon.

Le premier signe le plus apparent de cette organisation est la formation de cellules pigmentaires, de couleur violacée ou grisâtre, qui se juxtaposent en une couche mince à la périphérie du vitellus. La membrane pigmentaire ainsi produite, étant éclairée par transparence à travers la coque, donne à l'œuf la couleur qu'on lui voit extérieurement et qui varie, comme nous l'avons dit plus haut, du jaune clair au gris cendré, ou au gris bleuâtre, ou parfois au jaune terreux.

Composition chimique de l'œuf. — M. Péligot a trouvé que 100 gram. d'œufs de vers à soie soumis à l'incinération laissent 1^{gr},285 de cendres qui ont la composition suivante :

Acide phosphorique	53.8
Potasse	29.5
Magnésie	10.3
Chaux	6.4

Il a fait remarquer combien ces cendres ressemblent à celles des grains de blé ; M. Boussingault a obtenu en effet, pour celles-ci, les chiffres suivants :

Acide phosphorique	47.0
Potasse	29.5

Magnésie..........................	15.9
Chaux.............................	2.9

Œufs infectés de corpuscules. — En observant au microscope, à un grossissement de 400 ou 500 diamètres, le contenu de l'œuf, on y trouve parfois certains corpuscules ovoïdes, brillants, qu'on a reconnus pour des êtres parasites. Les petits vers qui naîtront d'œufs ainsi infectés périront infailliblement par la pébrine avant d'avoir accompli leurs diverses mues ; il est par conséquent indispensable que l'éleveur sache se procurer des graines exemptes de cette maladie. Nous verrons plus loin comment on y arrive, avec la plus entière certitude.

Influence de l'air. Respiration des œufs. — La coloration des œufs récemment pondus ne se fait pas sans absorption d'oxygène ; l'énergie de cette action est telle qu'on pourrait se servir d'œufs de vers à soie à cette période, au lieu d'agents chimiques, pour faire une analyse d'air. Il y a en même temps exhalation de vapeur d'eau et d'acide carbonique ; c'est donc une véritable respiration. Ce phénomène se poursuit encore lorsque la coloration ne paraît plus varier. On s'en assure par l'analyse de l'air contenu dans des fioles où on a enfermé une pincée de graines. On le constate encore plus simplement par la diminution de poids continuelle des graines ; elle est indiquée à peu près par les nombres suivants :

Perte du poids de l'œuf.

Pendant le 1er mois après la ponte......	2 °/₀	du poids primitif.
Pendant le 2e mois après la ponte......	1	—
Pendant les six mois suivants (hiver)...	1	—
Pendant le 10e mois (période d'incubation)	9	—
TOTAL.. ...	13 °/₀	environ.

Comme on le voit, la respiration de la graine est très active quand elle est fraîchement pondue, et plus encore à l'époque du printemps, sous l'action de la chaleur ; c'est alors surtout qu'il ne faut pas entasser les œufs ou les enfermer dans des récipients trop petits. Pendant l'hiver, la respiration est moins énergique ; elle a lieu cependant, et il faut y pourvoir [1].

Voilà pourquoi les sachets où l'on conserve la graine doivent être très perméables à l'air (en mousseline claire, de 10 cent. sur 15 pour une once) et tenus à plat, sans être superposés. Les fioles de verre, les boîtes métalliques hermétiquement closes, ne peuvent servir qu'à la condition d'être de dimensions assez grandes.

[1] A diverses époques, à partir des premiers jours d'août 1868, M. Duclaux a introduit 1 gram. de graine dans un flacon de 16 centim. cubes et analysé l'air de ce flacon au bout d'un certain temps ; il a obtenu les résultats suivants :

AGE DE LA GRAINE.	TEMPS DE LA respiration.	DEGRÉ. C.	ACIDE CARBON. produit.	OXYGÈNE restant.
1 jour........ ...	1	21	5.17	12.71
2 —	1	21	12.46	8.08
3 —	1	20.5	9.65	11.03
4 —	1	20	4.50	15.91
6 —	1	21	2.14	17.14
7 —	2	21	4.22	15.84
13 —	2	21	4.25	15.60
23 —	2	20	2.56	16.49
1 mois............	2	21	1.78	17.14
2 —	6	20	5.07	13.04
3 —	6	16	4.17	13.20
5 —	10	11	1.46	15.22
7 —	20	7	7.41	8.15
9 —	7	8	6.59	10.76
Veille de l'éclosion..	1	28	17.70	0.00

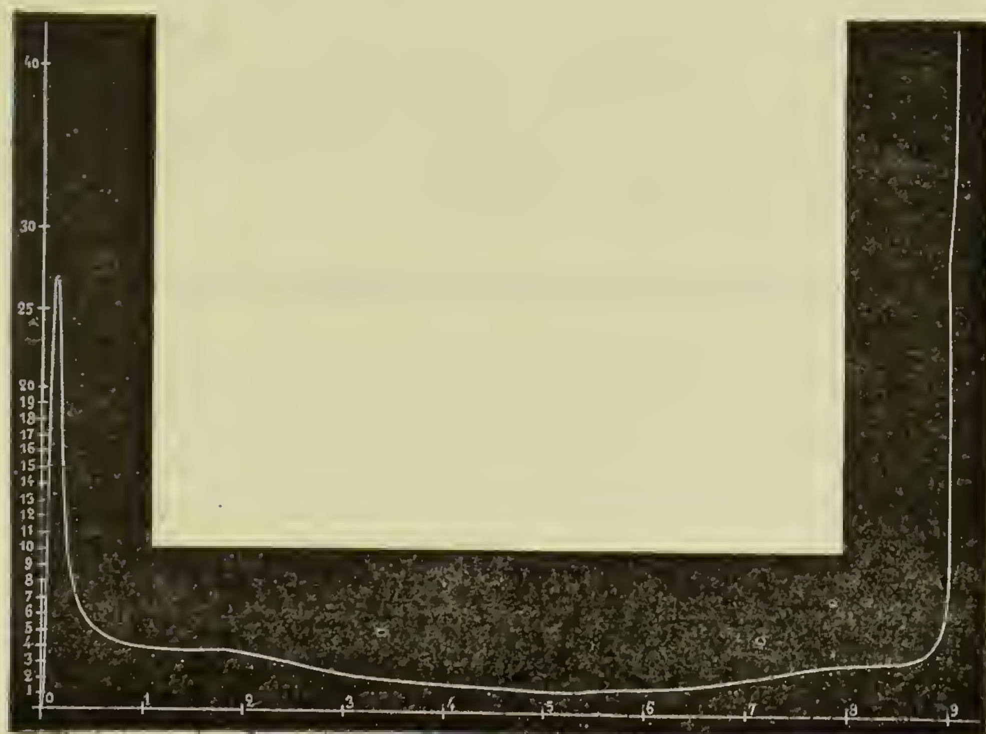
L'activité respiratoire de la graine, c'est-à-dire le temps qu'il lui faut pour absorber un poids donné d'oxygène, se déduit de ces chiffres. En

Influence de l'humidité. — Il importe aussi de ne pas laisser séjourner les graines dans un air trop humide:

prenant celles du mois de janvier pour unité, M. Duclaux a dressé le tableau suivant :

AGE DE LA GRAINE.	ACTIVITÉ respiratoire.	AGE DE LA GRAINE.	ACTIVITÉ respiratoire.
1 jour	13.8	1 mois.	3.2
2 —	26.0	2 —	2.3
3 —	19.0	5 1/2	1.0
4 —	8.9	7 —	1.4
6 —	7.0	9 —	2 9
7 —	4.5	Veille de l'éclosion.	48.0
13 —	4.7	Lendemain.......	300 (?)
23 —	3.8		

Ces résultats se traduisent graphiquement par une courbe qui s'élève brusquement de l'origine, passe par un maximum, et redescend ensuite, pour ne se relever que vers son extrémité, comme on le voit ci-dessous.



(Duclaux, Mémoire inséré aux *Annales sc. de l'École normale supér.*, tom. VI, 1869.)

l'exhalation de vapeur d'eau qui doit s'opérer à la surface de chaque œuf se trouverait empêchée. Des moisissures pourraient aussi se développer sur les œufs et en altérer le contenu.

Il n'y a au contraire aucun inconvénient à tenir l'air presque sec en mettant des fragments de chaux vive dans la chambre ou dans le récipient où l'on conserve les graines. Pour reconnaître si le degré de siccité convenable est obtenu, on place à côté des graines un hygromètre à cheveu. L'expérience a appris que cet instrument indique 75° quand la fraction de saturation de l'air est environ 1/2 ; ce degré de sécheresse est bien suffisant pour la bonne tenue des graines. Dès que l'aiguille outre-passe 85°, il faut remettre de la chaux neuve.

Si l'on exagère le degré de siccité de l'air en employant, au lieu de chaux ordinaire, du chlorure de calcium fondu, l'évaporation des liquides de l'œuf est plus grande et l'incubation plus difficile à bien conduire. M. C. Beauvais a reconnu qu'en pareil cas il faudrait l'effectuer dans un air saturé d'humidité [1].

Influence des variations de température. Action

[1] « Vers le milieu du mois de mai dernier, dit M. C. Beauvais, deux gros de graine de vers à soie furent retirés d'un flacon qui avait été déposé le 20 juillet 1834 dans la glacière de Neuilly ; cette graine fut placée dans une étuve chauffée à 14° et élevée graduellement jusqu'à 24° du thermomètre de Réaumur. On augmenta aussi graduellement l'humidité, et pendant huit jours que dura l'éclosion, l'hygromètre de Saussure marquait depuis 80° jusqu'à 100°. Cela ne suffit pourtant pas, et il fallut couvrir la boîte dans laquelle les œufs étaient renfermés d'un linge qu'on arrosait d'heure en heure. Par ce moyen, l'éclosion, qui d'abord avait paru languir, se développa avec un ensemble qu'offre rarement la graine d'une année dans les circonstances ordinaires. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juillet 1836.)

du froid. — Considérons enfin l'influence qu'ont sur les œufs les variations de température auxquelles ils peuvent être soumis depuis la ponte jusqu'à l'éclosion.

Leeuwenhœk (1687), Loiseleur-Deslongchamps (1829), Duclaux (1869) ont constaté que les graines de vers à soie communément élevées en Europe, c'est-à-dire celles qu'on nomme annuelles, sont incapables d'éclore avant l'hiver, même quand on les expose à l'action prolongée de la chaleur ; transportées au Bengale, au milieu de races polyvoltines, elles conservent encore la même propriété.

Cependant on observe quelquefois, chez des graines annuelles, des cas d'éclosion qui surviennent une quinzaine de jours après la ponte ; mais le nombre de ces bivoltins accidentels est toujours fort restreint, et on présume que la chaleur n'y est pour rien. On peut donc laisser séjourner les graines tout l'été dans la salle même où elles ont été pondues, sans les porter dans un endroit froid, comme le font quelques éducateurs.

Cette période de la vie des graines, pendant laquelle elles ne peuvent éclore, dure jusqu'à l'époque où le froid vient agir sur elles, c'est-à-dire, dans nos climats, depuis juin jusqu'à novembre. Mais elle peut se prolonger bien plus longtemps. Ainsi, les graines importées du Chili en février ou mars, ayant été pondues en novembre, n'éclosent que l'année d'après, en avril. Inversement, cette période *préhivernale* peut être raccourcie, et réduite par exemple à quinze ou vingt jours, comme l'a fait voir M. Duclaux : il suffit pour cela de porter les graines dans une glacière quinze ou vingt jours après la ponte.

Vient ensuite la période d'*hivernation*, pendant laquelle la graine subit l'action du froid. On suppose que cette action consiste en quelque changement moléculaire des

liquides du vitellus, à la suite duquel ce corps devient plus apte à s'oxyder; mais on ignore entièrement la nature des modifications ainsi produites. D'ordinaire, cette période de froid dure depuis novembre jusqu'à février ou mars, dans nos contrées ; mais on peut la prolonger un an et plus à l'aide d'appareils frigorifiques. On peut, d'autre part, la raccourcir, d'autant plus que la graine est plus vieille. M. Duclaux a constaté qu'il suffit de quelques jours de froid pour rendre aptes à l'éclosion les graines âgées de six mois, tandis qu'il faut cinquante à soixante jours de froid à des graines qui n'ont que deux ou trois semaines d'âge. Le même observateur a trouvé que le degré de froid le plus convenable pour l'hivernation des graines est au voisinage de zéro.

Cependant des froids plus intenses ne font pas périr les œufs : Spallanzani, Loiseleur, Bonafous et plusieurs autres savants en ont exposé impunément à — 18°, — 20° et même — 30°.

Pendant que les graines sont en état d'hivernation, elles sont pour ainsi dire engourdies ; l'excès d'humidité, le manque d'air, les agitations mécaniques, qui à d'autres moments leur feraient subir de graves altérations, sont alors presque sans influence. C'est pourquoi on cherche à prolonger cette période et à réduire au contraire à son minimum celle que nous allons maintenant décrire.

Dans cette troisième période, qu'on pourrait appeler *posthivernale*, la graine est devenue capable de respirer plus activement lorsque la chaleur s'élève, et d'arriver ainsi à éclore. Aussi cette période, qui dure habituellement de février à avril ou mai, est-elle la plus difficile de toutes pour la bonne tenue des graines. Il faut que la marche de la température y soit progressivement as-

cendante pour que le développement de l'embryon dans l'œuf s'effectue graduellement, sans temps d'arrêt sensible ; s'il y a au contraire des chaleurs précoces, suivies de retour de froid, l'embryon subit des accélérations et des arrêts dans sa formation, et il naît chétif ou même périt dans l'œuf. La durée minimum de cette période est déterminée par le nombre de jours qu'il faut pour passer de la température de la chambre froide à celle de l'air de la chambre d'incubation, à raison de 1/2 degré par jour à peu près. Si donc on veut commencer l'incubation à 16°, le 10 avril par exemple, et que la chambre froide soit à 5°, il faudra en tirer les graines le 20 mars au plus tard. Jusque-là, elles resteront au froid.

Chambres d'hivernation. — Il y a longtemps que les éducateurs soigneux ont remarqué les inconvénients d'une hivernation trop tôt interrompue. En 1814, Dandolo signalait déjà l'insuccès des graines qui avaient subi des chaleurs précoces suivies d'un retour de froid. En 1869, Duseigneur-Kléber proposait d'éviter ces accidents en hivernant les graines à une altitude assez élevée, pour leur procurer le froid nécessaire jusqu'en avril. Depuis lors, divers éleveurs ont suivi ce conseil, et avec grand succès. A Bergame, on envoie les graines dans l'Engadine. Depuis 1880, une chambre froide a été aménagée dans l'Ardèche, à Notre-Dame-des-Neiges, par les syndicats des filateurs et mouliniers de Valence et d'Aubenas. Des chambres d'hivernation sont également projetées aux observatoires météorologiques du Ventoux et de l'Aigoual.

Mais ces locaux, situés à des altitudes élevées, ont l'inconvénient d'être peu accessibles durant une partie de

l'année : la surveillance des graines est donc difficile ; de plus, on n'est pas maître d'y gouverner à volonté l'état hygrométrique ni la température. Il était à souhaiter qu'on établît des chambres de conservation où aucune des circonstances capables d'agir sur les graines ne serait abandonnée au hasard. C'est ce qu'a réalisé le premier, en 1878, M. Susani, habile ingénieur, actuellement le plus grand éducateur de vers à soie de la Lombardie.

Son établissement est construit à Rancate, près Albiate ; c'est un grand bâtiment rectangulaire d'environ 30 mètr. sur 36 mètr., qui renferme dans son intérieur et enclôt de toutes parts la chambre froide ; celle-ci a 20 mètr. de longueur sur 5 de largeur et 4 de hauteur ; elle peut loger 100,000 onces ; ses murs sont doubles, l'extérieur a 70 centim. et l'intérieur 15 centim. ; entre eux est une épaisseur d'air de 15 centim. ; le sol est formé par une couche de béton et un lit de ciment hydraulique ; le sol et les murs sont revêtus de bitume. Le plafond, en fer et briques, est chargé d'un lit de sable sur lequel est un plancher, recouvert lui-même d'une grande masse de sciure de bois. A ce plafond, sont suspendues trois longues caisses de fer galvanisé dans lesquelles circule une dissolution très concentrée de chlorure de magnésium, qui ne gèle qu'à — 20° ; c'est ce liquide qui va se refroidir dans la machine frigorifique et vient refroidir ensuite la chambre de conservation. L'air contenu dans celle-ci est maintenu sec par une masse de chaux vive étalée dans des caisses en bois ; cet air se renouvelle par les fissures des portes et des fenêtres, et en outre l'on a soin, un peu avant le lever du soleil, d'ouvrir un instant les fenêtres qui donnent dans l'espace clos environnant.

La machine frigorifique est une machine à acide sulfureux, système Pictet. Le récipient dans lequel l'acide sulfureux liquide se gazéifie est entièrement plongé dans la dissolution saline, qui se refroidit par conséquent à mesure que l'appareil fonctionne. Cette dissolution refroidie est lancée au moyen d'une pompe dans les bacs du plafond. En même temps une autre pompe reprend le gaz sulfureux et le liquifie dans un deuxième récipient, duquel on le fait écouler de temps en temps dans le premier.

Pour assurer le fonctionnement régulier de la chambre froide, deux machines Pictet sont utiles, afin qu'elles servent alternativement et se suppléent en cas d'accident survenu à l'une d'elles.

Ce dispositif a permis à M. Susani d'hiverner en toute sécurité, ainsi qu'il s'était flatté de le faire, des quantités de graine considérables, qu'on peut estimer à plus de 60,000 onces par an; le succès de ces graines est toujours des plus satisfaisants.

La chambre de conservation que nous venons de décrire a été imitée par plusieurs industriels italiens. Récemment MM. Gobbato, à Trévise, en ont installé une dans laquelle la réfrigération de l'air est produite par la machine très ingénieuse de MM. Giffard et Berger; ici l'air est condensé dans un récipient par une puissante pompe à vapeur, puis ramené à la température ambiante, purgé de son eau, et enfin abandonné à son expansion naturelle dans la chambre même que l'on veut refroidir. Ce procédé semble préférable à la réfrigération par des liquides.

A côté de ces installations grandioses, nous mentionnerons aussi les petits meubles-glacières créés par divers inventeurs, par exemple M. Orlandi, M. Verson,

M. Vanuccini, etc. Le volume de ces appareils arrive à peine à un mètre cube ; ils ont tous à peu près la même disposition : une chambre à air, sorte de caisse dont la double paroi contient des corps mauvais conducteurs de la chaleur, comme la laine, la paille, etc. ; ensuite, pour former le plafond supérieur de cette caisse, un réservoir en métal où l'on met de la glace ou bien un mélange réfrigérant.

On peut encore se servir de grandes boîtes en zinc dont le couvercle est assujetti hermétiquement par une bande de caoutchouc ; dans ces boîtes, on met quelques morceaux de chaux vive et, à côté, les sachets de graine, en assez petit nombre pour que l'air inclus dans la boîte suffise à la respiration ; les boîtes ainsi préparées peuvent être mises en glacière et visitées seulement une ou deux fois, de novembre à avril.

Nous ne possédons en France aucun grand établissement d'hivernation qui soit installé comme ceux d'Italie. On peut regretter certainement que nos départements séricicoles ne soient pas pourvus de locaux où chaque éleveur puisse entreposer ses graines jusqu'au jour où il lui convienne de s'en servir.

Cependant ce regret est atténué lorsqu'on considère le succès assez satisfaisant des graines que l'on conserve sans locaux spéciaux, mais avec les précautions qu'inspire la connaissance plus exacte des besoins auxquels il faut satisfaire. L'exclusion de l'humidité, surtout, réalise un grand progrès. Qu'on y joigne un renouvellement d'air abondant ; qu'on évite, après l'hiver, d'employer des locaux trop exposés au soleil, et avec ces simples précautions on aura déjà singulièrement amélioré les conditions de conservation des graines.

II. — Incubation. Éclosion.

Développement de l'embryon. — Si l'on examine l'œuf peu de jours après la ponte, lorsqu'il a acquis sa couleur normale, on lui trouve à peu près les mêmes apparences, à l'intérieur, qu'à la fin de l'hivernation. Sous la membrane pigmentaire, le germe se présente alors comme un petit ruban collé à l'opposite du micropyle, et découpé par une strie longitudinale médiane et de nombreuses segmentations transversales ; les deux extrémités de ce ruban s'élargissent un peu et leurs cellules se confondent avec celles de la masse du jaune.

Mettre l'œuf en incubation, c'est le placer dans des conditions favorables pour que l'embryon poursuive son développement et passe de la phase indiquée ci-dessus à celle de l'éclosion.

Sans entrer dans les détails de ce développement, qui d'ailleurs ne sont pas encore tous parfaitement élucidés, disons seulement que la face de l'embryon tournée à l'extérieur devient la face ventrale du corps du ver, de sorte que le jaune est comme porté sur son dos ; ce jaune communique du reste constamment avec la poche formée par la partie médiane du ruban blastodermique, poche qui représente l'estomac, ou intestin moyen. Les extrémités anale et buccale de l'intestin sont formées par des invaginations de la face externe du blastoderme ; les deux cavités ainsi déterminées (intestin postérieur et intestin antérieur) iront s'aboucher avec l'intestin moyen. L'intestin postérieur offre deux diverticules qui deviendront les tubes de Malpighi. Quant aux segments transverses, les cinq premiers appartiendront à la tête, les

trois suivants à la partie thoracique, et les autres à l'abdomen. Quand la résorption du vitellus est assez avancée, l'embryon exécute une demi-révolution autour de son axe longitudinal, de façon que le côté ventral soit tourné vers le dedans de l'œuf et le dos vers l'extérieur. Peu de temps après, le tube intestinal s'achève ; l'ombilic se ferme et l'animal commence à se nourrir par la bouche. Les glandes salivaires, celles de la soie, les trachées, commencent par de petites fossettes de la membrane blastodermique. Les ganglions nerveux eux-mêmes dérivent de la même membrane, mais s'en différencient de très bonne heure. Peu à peu toutes les parties du corps s'achèvent ; la jeune larve mange ce qui reste du jaune, ainsi que toutes les membranes d'enveloppe ; enfin elle finit par attaquer la coque à l'endroit du micropyle.

L'approche de ce moment est indiquée à l'extérieur par l'aspect de l'œuf, qui devient blanchâtre à mesure que l'animal s'isole de la coque.

Éclosion spontanée. — L'éclosion des œufs s'effectuerait toute seule en se bornant à les sortir de la chambre froide pour les exposer à la chaleur naturelle du printemps ; mais ce procédé donnerait des naissances très tardives, échelonnées sur un long intervalle de temps, et, de plus, on a remarqué que les vers seraient alors très fréquemment débiles, sujets à périr prématurément, peut-être parce que la substance de l'œuf ne peut pas suffire à une combustion respiratoire trop prolongée. Aussi a-t-on recours à l'incubation artificielle, qui rend l'éclosion plus précoce, plus simultanée, et la détermine à peu près au moment voulu.

Époque de l'éclosion. — En général, on s'arrange pour que l'éclosion ait lieu à l'époque où les mûriers ont développé leurs premières feuilles, afin que les jeunes vers trouvent une pâture appropriée à leur âge : aux environs d'Alais, c'est, en moyenne, vers le 20 avril. Si la saison est plus précoce que de coutume, on se risque quelquefois à devancer l'époque ordinaire ; mais alors on tient de la graine en réserve au froid, pour le cas où la gelée viendrait détruire les feuilles, et ruiner par conséquent les chambrées aventurées. Quand on ne veut pas courir le risque des gelées, on retarde au contraire les éducations, mais on ne peut pas les retarder beaucoup, parce que les feuilles deviendraient trop dures, indigestes pour les vers jeunes, et que, d'autre part, trois semaines après, les vers, devenus grands, se trouveraient dans la saison des orages et des touffes, qui leur est fréquemment funeste.

Conditions de l'incubation. — Les conditions générales d'une bonne incubation sont connues : il faut aux graines de l'*air*, de la *chaleur*, et, dans certains cas au moins, *un peu d'humidité ;* mais on est loin d'être fixé sur les proportions d'air, de chaleur et d'humidité qui seraient les plus convenables aux divers moments, depuis le commencement de l'incubation jusqu'à sa fin ; et cependant il n'y a pas de doute que ces circonstances n'aient une grande influence sur la robusticité des vers, et par suite sur le succès des éducations.

Autrefois on ne se préoccupait guère de ces détails : selon Procope, les moines de Justinien avaient appris à faire éclore les graines à la chaleur du fumier ; Vida, Gallo, Olivier de Serres, l'abbé de Sauvages, mentionnent

comme étant communément usitée de leur temps la *couvée au nouet*, c'est-à-dire qu'on mettait les graines dans des nouets ou sachets qui étaient portés par des femmes sous leurs vêtements ou déposés dans des lits bien bassinés ; même aujourd'hui, ces derniers procédés sont encore pratiqués malgré leurs imperfections évidentes. C'était déjà un progrès d'employer, comme l'indique l'abbé de Sauvages, les *gloriettes* des boulangeries pour y suspendre les sachets. Les Chinois d'ailleurs agissent à peu près de même en suspendant leur cartons de graines dans des locaux où ils maintiennent une douce chaleur.

Tous ces procédés ont un vice commun, qui est de manquer d'indicateur exact du degré de chaleur. L'abbé de Sauvages fut un des premiers à conseiller l'usage du thermomètre ; il imagina aussi une étuve d'une disposition assez commode : c'était une pièce longue et étroite s'élevant jusqu'à la toiture, et munie, à chacune de ses extrémités, d'un foyer alimenté de tan ; le panier de graines glissait à volonté le long d'une tringle, et pouvait ainsi être rapproché ou éloigné des foyers, de façon à prendre exactement le degré de chaleur voulu. On chauffait cette salle progressivement depuis 15° R. jusqu'à 28°, et, quand les deux tiers des vers étaient nés à cette dernière température, on poussait la chaleur pendant quelques heures jusqu'à 30° et même 32°, afin d'achever d'éclosion.

Chambres d'éclosion. — Depuis cette époque, tous les bons éleveurs ont adopté l'usage des chambres d'éclosion, mais en les chauffant beaucoup moins que l'abbé de Sauvages.

Dandolo, par exemple, veut qu'on élève la température de 1° par jour jusqu'à 22° R.

La tendance actuelle est de prolonger les premiers temps de l'incubation, et de l'accélérer vers sa fin. Ainsi, Haberlandt propose de tenir les graines 8 jours à 6° R., 8 jours à 8°, 4 jours à 10°, 4 jours à 12°, 2 jours à 16°, 2 jours à 18°, 2 jours à 20° ; total 30 jours d'incubation, correspondant à une somme de 308°, qui, dit-il, amène l'éclosion presque à jour fixe.

M. Susani veut que les graines hivernées dans son établissement séjournent au moins 6 jours à 10° R., puis emploient 6 jours pour arriver à 14° ; viennent ensuite 2 jours de stationnement à 14°, puis 6 jours pour passer de 14 à 17°, 2 jours pour arriver à 19° ; alors, nouveau stationnement à 19° jusqu'à l'apparition des premiers vers ; à ce moment, élévation à 20°, puis 21°, température qu'on ne dépasse pas.

Enfin, M. Meloni propose d'amener peu à peu les graines à 15 ou 16° R. et de les y laisser jusqu'à l'apparition des premiers vers ; alors on chaufferait à 17 ou 18° au maximum.

Quelle que soit la marche qu'on adopte, il est nécessaire que les graines soient étalées en couche très mince, afin que leur respiration se fasse dans un air pur ; il faut aussi les remuer de temps en temps, afin que toutes respirent également et arrivent par là à éclore simultanément autant que possible. On emploie, pour 25 grammes de graine, une boîte plate ayant une surface d'au moins 2 décimètres carrés.

Jusqu'à ces dernières années, les éleveurs ont cru à propos de maintenir un certain degré d'humidité dans la chambre d'incubation ; mais des expériences faites en Italie par M. Verson l'ont conduit à recommander plutôt un air sec. Cependant l'humidité est certainement utile

quand les graines ont été gardées longtemps à la sécheresse. Il semble donc probable que le degré de siccité convenable durant l'incubation dépende de celui qui a été maintenu durant l'hivernation et doive servir parfois de correctif à celui-ci. En tenant l'état hygrométrique constamment au voisinage de $^1/_2$ durant les deux périodes, on évite toute difficulté.

Couveuses. — Les éleveurs qui ne disposent pas d'une pièce appropriée pour l'incubation, ou qui ne veulent mettre à éclore qu'une petite quantité de graines, font usage d'étuves portatives appelées couveuses ou incubatrices.

Il y en a de divers modèles. Les plus simples sont des étuves en tôle à doubles parois, assez semblables à l'étuve de Gay-Lussac ; des lucarnes sont percées sur les côtés, afin que l'air s'y renouvelle ; on les chauffe par-dessous avec une ou plusieurs veilleuses ; comme elles renferment 4 à 5 litres d'eau dans les doubles parois, elles offrent par là une très grande constance de température. Ces couveuses sont connues dans les Cévennes sous le nom de *Castelets*.

D'autres n'ont pas de réservoir d'eau : ce sont des armoires en bois traversées du haut en bas par une ou plusieurs cheminées de tôle sous lesquelles on met les veilleuses ; des étagères intérieures reçoivent les boîtes de graines. Ces couveuses exigent plus de surveillance que les premières pour le chauffage, mais l'aération s'y fait mieux, à raison de leur plus grande capacité.

Toute couveuse est pourvue d'un ou plusieurs thermomètres. Quelquefois on y met un *avertisseur électrique :* c'est un thermomètre à mercure (ou bien un thermomètre à lame bimétallique et à cadran) que l'on a dis-

posé de façon que l'extrémité de la colonne de mercure (ou celle de l'aiguille) rencontre, au point convenable, un buttoir de métal, de manière à fermer un circuit électrique contenant une sonnerie. Le surveillant est ainsi averti que la température sort de la limite fixée.

On ferait bien d'introduire aussi dans la couveuse un hygromètre ; mais, en général, on se contente de mettre une soucoupe d'eau à côté des graines quand on veut faire l'incubation dans un air humide, et un bocal de chaux vive dans le cas contraire.

Manière de recueillir les vers éclos. — La levée des vers nouvellement éclos se fait généralement avec des feuilles tendres de mûrier ; mais quand on veut éviter que les vers s'accumulent trop et qu'une partie de ceux qui se trouvent sous les feuilles n'y périssent écrasés ou emprisonnés, on emploie de préférence des feuilles déjà âgées, qu'on roule en forme de cigare et qu'on découpe en travers ; les rubans en spirale ainsi obtenus se garnissent de vers et peuvent être transportés à l'aide d'une petite pince sur le papier destiné à recevoir la levée, sans qu'on perde un seul ver ; on distribue ensuite là-dessus des repas de feuilles très tendres hachées en menus morceaux.

Les feuilles, tendres ou dures, employées pour la levée sont mises en contact immédiat avec les graines quand celles-ci sont adhérentes à un carton ou une toile ; quand elles sont détachées, on a soin d'interposer un morceau de tulle.

L'éclosion se fait, du reste, aussi facilement dans un cas que dans l'autre. Le tulle sert à rompre les fils de soie que les jeunes vers émettent au sortir de l'œuf ;

sans cela, on emporterait avec les feuilles de mûrier des graines non écloses.

Moment des éclosions. — Les naissances ont lieu généralement dans la matinée, de 5 heures à 10 heures; il y en a peu le premier jour, beaucoup le deuxième et le troisième jour, et ordinairement fort peu le quatrième jour, de sorte que le reste est négligeable. L'éclosion n'est bien simultanée que quand tous les œufs ont également respiré. Il importe peu qu'ils appartiennent ou non à une ponte unique, qu'ils soient des premiers ou des derniers pondus; l'épaisseur de la coque, l'épaisseur du vernis qui la couvre, l'orientation de la coque, qui rend plus ou moins grande la surface exposée à l'air, ont une influence bien plus grande. C'est pourquoi les œufs détachés par le lavage, et étalés à l'air en couche mince, éclosent avec plus de simultanéité que les œufs adhérents à un carton.

Évaluation des vers éclos. — Il est utile que le magnanier sache à peu près combien il a levé de vers à l'éclosion, afin qu'il puisse préparer d'avance l'espace et la feuille nécessaires.

Pour cela, il n'a qu'à peser la graine mise en incubation et l'épuiser par des levées successives.

Mais il peut aussi ne faire qu'une seule levée sur un poids de graine plus considérable et estimer la valeur de cette levée. En effet, on a reconnu que, si on pèse les graines avant l'éclosion et après que les vers sont sortis, le poids de 25 gram. de graine, comprenant environ 36,000 œufs, se décompose ainsi:

Poids des jeunes vers..............	17 gram.
— des coques vides............	5 —
— eau évaporée...............	3 —
	25 gram.

Par conséquent, une perte de poids de 20 gram. subie par un tas de graine en éclosion correspond, à peu de chose près, à une once de 25 grammes.

On pourra donc évaluer le nombre approximatif des vers sortis, en pesant d'abord la graine surmontée d'un tulle ; puis on mettra sur ce tulle des feuilles de mûrier tendres, qui se chargeront de vers, et qu'on enlèvera aussitôt (avant que les vers aient laissé d'excréments) ; on attendra que le tulle ait perdu l'humidité prise au contact des feuilles et on fera une nouvelle pesée de la graine surmontée de ce tulle.

Ce dernier procédé est suivi par les propriétaires qui prennent soin eux-mêmes de l'éclosion et qui livrent à leurs divers fermiers les levées successives ; c'est un usage général dans la Haute-Italie ; il offre des avantages assez évidents pour qu'il soit inutile de les énumérer ici.

III. — Bivoltinisme. Action du frottement, de l'électricité et des acides.

Bivoltins accidentels. — Il est très ordinaire de voir, dix ou douze jours après la ponte des graines de races annuelles, une partie de ces graines éclore sans cause apparente. En général, ces éclosions sont très limitées et cessent d'elles-mêmes sans qu'on ait besoin de rien faire pour les arrêter. On en obtient surtout quand la ponte se fait dans une salle sèche et chaude. On remar-

que aussi que les œufs offrant ces cas de bivoltinisme sont produits bien souvent par les premiers papillons qui sortent des cocons. En opérant les pontes cellulairement, on peut constater que tantôt c'est la ponte entière d'un papillon qui éclôt ainsi, tantôt c'en est une partie seulement, le reste demeurant jusqu'au printemps suivant sans offrir aucun changement.

Ces phénomènes sont encore inexpliqués, et on n'est pas maître de les reproduire à volonté.

Hivernation artificielle. — Nous avons vu, au contraire, que l'hivernation artificielle des œufs de races annuelles fournit un moyen très sûr pour déterminer l'éclosion de ces œufs dans l'été ou l'automne de l'année même. Mais ce moyen n'est pas le seul ; il y en a de plus rapides et qu'il est tout au moins curieux de connaître.

Ce sont : 1° les actions mécaniques, brossage, percussion, etc.; 2° l'action de l'électricité ; 3° l'action des acides.

Effet du brossage. — L'éclosion des œufs soumis au brossage est connue à Bergame depuis 1856 ; ses conditions ont été étudiées depuis 1870 par MM. Terni, Verson, Susani, Duclaux. Les œufs doivent être pondus sur un carton ; on les brosse vivement ou bien on les percute à de brefs intervalles avec une brosse rude, pendant cinq à dix minutes; quinze jours après, les éclosions commencent. On peut aussi disposer les œufs à éclore en les malaxant sous l'eau pendant dix minutes environ.

Ces opérations provoquent jusqu'à 40 ou 50 °/₀ d'éclosions si elles sont faites sur des œufs très frais, c'est-à-

dire âgés de 1, 2, 3 jours ; des œufs âgés de 4 ou 5 semaines ne donneraient plus que 5 %, tout au plus, d'œufs capables d'éclore.

Ces éclosions se prolongent toujours très longtemps ; les premiers jours on a très peu de vers; puis les nombres des vers éclos augmentent, passent par un maximum et décroissent ensuite lentement ; la série des nombres suivants en fournit un exemple pour quarante jours consécutifs : 2, 6, 9, 15, 32, 64, 90, 104, 112, 106, 102, 79, 60, 55, 42, 32, 28, 19, 12, 8, 6, 5, 2, 4, 2, 4, 9, 2, 0, 1, 2, 5, 7, 4, 2, 0, 3, 0, 5, 4.

Effet de l'électricité. — L'éclosion des œufs par l'électricité a été découverte en 1874 par M. Verson. Ce savant imagina d'exposer les œufs à une pluie d'étincelles tombant d'un pinceau métallique suspendu à une machine électrique de Holtz.

Il reconnut que, sur des œufs de 3 ou 4 jours, une pluie de dix minutes provoque l'éclosion de tous les œufs au bout d'une dixaine de jours. On voit que l'action de l'électricité s'exerce avec plus d'uniformité que celle du frottement. Elle semble d'autre part être moins efficace sur les œufs âgés de plus de 1 mois, car on n'obtient alors quasi plus du tout d'éclosions.

Voici, au surplus, les observations faites à ce sujet par M. Duclaux (*Congrès séricicole de Milan*, 1876).

« L'électricité statique, dit-il, est la seule active. De plus, pour qu'elle agisse, il faut qu'il y ait combinaison des électricités positive et négative. On n'obtient rien en mettant la graine sur une machine électrique chargée, tandis qu'on obtient l'éclosion en mettant la graine sur

le trajet d'étincelles électriques nombreuses, ou bien en la plaçant en face d'un peigne métallique, d'où l'électricité s'écoule en vertu du pouvoir bien connu des pointes.

« L'étincelle peut être fournie indifféremment par une machine électrique quelconque ou par un appareil d'induction. Seulement, avec ce dernier, il faut éviter que la décharge ne soit si chaude qu'elle brûle la graine mise en expérience [1]. Cet inconvénient existe moins pour l'étincelle des machines.

» Le temps que doit durer l'action de l'électricité est aussi d'autant plus court que la graine est plus jeune au moment de l'opération. De plus, ce temps ne doit pas dépasser une certaine limite, au delà de laquelle la graine traitée éclôt moins bien et périt en quantité plus ou moins considérable.

» La naissance est d'autant plus rapide et plus complète qu'on opère sur la graine plus jeune, d'autant plus lente et moins complète que la graine est plus âgée. Le plus loin que l'on puisse attendre, c'est que la graine ait 15 à 20 jours, et, dans tous les lots, les œufs qui restent sans éclore éclosent au printemps suivant, comme la graine normale (abstraction faite des œufs morts pendant l'opération, et qui sont généralement peu nombreux si l'opération est bien faite).

» Ces caractères existent aussi pour la graine soumise

[1] M. Duclaux a évité cet inconvénient en déposant les graines entre deux plaques de verre qui portaient extérieurement deux disques de papier d'étain, en rapport avec les deux pôles de la bobine. Une graine de deux jours, après un quart d'heure de séjour entre les deux plaques polaires, a donné 50 % d'éclosions au bout de quatre jours. L'ozone, qui se produit abondamment dans ces conditions, n'est pour rien dans ce résultat, car, employée seule, elle ne donne rien.

au frottement et pour la graine soumise à une hivernation artificielle plus ou moins complète.

» Voici encore d'autres ressemblances entre les effets provenant de causes si diverses.

» Quand on opère sur une graine jeune, de l'âge par exemple de 1 ou 2 jours (moment où l'on peut considérer tous les œufs comme étant absolument dans des conditions identiques), qu'on agisse par l'action du frottement ou de l'électricité, on observe à peu près le même intervalle entre le moment du traitement et le commencement de l'éclosion. En d'autres termes, la graine, de quelque manière qu'on la traite, quand elle est jeune, a à peu près exactement le même âge quand l'éclosion se produit, et cet âge est d'environ 10 à 12 jours. Il est singulier que cet âge soit aussi le même auquel se produisent les bivoltins accidentels dans la graine annuelle. Il n'est pas moins singulier que, quand les naissances des bivoltins se produisent dans les pontes isolées de race annuelle, ces naissances soient d'autant plus rapides qu'elles sont plus complètes, comme cela a lieu dans le cas du frottement et de l'électricité.

» En présence de ces ressemblances, on est invinciblement conduit à croire que le phénomène produit est le même dans tous les cas, que la cause efficiente en est la même et que la cause occasionnelle seule varie. En d'autres termes, l'électricité, le frottement, l'hivernation artificielle, sont probablement des moyens divers de mettre en jeu un même mécanisme physiologique, qui, une fois ébranlé, fonctionne avec régularité. Mais comment se fait la communication du mouvement ? Quel est, suivant la question du programme, l'agent physique important dans les actions physiques diverses qui peuvent provo-

quer l'éclosion précoce? C'est ce que les résultats connus jusqu'ici ne permettent pas encore de dire.

» **Effet des acides.** — Tous les moyens employés jusqu'ici n'ont en effet entre eux aucune ressemblance, et en voici un autre qui diffère encore plus de tous les autres : on peut provoquer l'éclosion précoce de la graine en la plongeant dans l'acide sulfurique au maximum de concentration. La graine supporte très bien un bain de deux minutes dans cet acide, tandis que le tissu auquel les œufs s'attachent est complètement détruit. Mais il n'est pas nécessaire d'aller si loin : trente secondes d'immersion, suivies d'un lavage à grande eau, suffisent pour rendre la graine apte à éclore. Je n'ai pas obtenu beaucoup de vers par ce moyen, ayant opéré sur une graine trop âgée, mais j'ai constaté le phénomène d'une façon indubitable. »

En 1877 et 1878, M. Bolle et MM. Verson et Quajat ont obtenu des éclosions plus abondantes en opérant avec l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique et même l'eau distillée chauffée à 50°; les œufs n'avaient que 12 à 24 heures d'âge. Avec l'acide chlorhydrique spécialement, cinq minutes d'immersion ont suffi pour obtenir 90 % d'œufs aptes à éclore ; l'éclosion a commencé le onzième jour et s'est prolongée durant neuf jours.

Les divers procédés d'éclosion que nous venons d'énumérer rendent plus faciles les essais d'éducations automnales ; ils servent aussi à ceux qui étudient les croisements et qui veulent voir au plus tôt la couleur des cocons résultants.

DEUXIÈME PARTIE.

DE LA LARVE.

I. — Étude anatomique de la larve.

Croissance rapide de la larve. Ses différents âges. — Le ver à soie, au sortir de l'œuf, est une petite chenille longue de 3^{mm} environ et qui ne pèse guère plus d'un demi-milligramme. Sa tête est d'un noir luisant; tout le corps est hérissé de longs poils bruns groupés en touffes sur le dos et les flancs.

Cet animal se met aussitôt à dévorer les parties les plus tendres des feuilles de mûrier, et, si on le nourrit convenablement, il grandit fort vite. Il lui faut aussi, pour cela, un certain degré de chaleur ; nous supposerons qu'on le tienne, comme on le fait d'ordinaire, entre 20° et 25° C. Au bout de quatre à cinq jours dans ces conditions, on voit son appétit diminuer, ses mouvements se ralentissent, sa peau devient distendue et luisante; enfin, il demeure la tête levée, quasi immobile, jusqu'à ce que toute la pellicule superficielle de la peau se soit détachée du corps : ce dépouillement s'appelle *la première mue*. Le temps écoulé de l'éclosion à la sortie de cette mue est *le premier âge*, sa durée est de cinq à six jours. (Voir la Planche I.)

Une fois sorti de mue, le ver a la tête plus large, les poils plus courts, la peau ridée et mate. Durant cette

nouvelle période, il se comporte comme durant la première, c'est-à-dire qu'il se met à manger, assez peu d'abord, puis davantage ; puis, au bout de quelques jours, cette voracité se calme, et le ver se dispose à une nouvelle mue en s'immobilisant comme la première fois. Ce deuxième âge dure quatre ou cinq jours.

Après la 2e mue commence le 3e âge qui, dans les mêmes conditions, dure six à sept jours ; puis, après la 3e mue, le 4e âge qui dure sept à huit jours, et enfin, après la 4e mue, le 5e âge qui dure onze à douze jours.

Les périodes où l'animal montre le plus de voracité s'appellent périodes de *frèze*; celle du 4e âge est la *petite frèze*, et celle du 3e âge la *grande frèze*.

C'est pendant le 5e âge que le ver atteint ses plus grandes dimensions ; il a alors 8 à 9 centimètres de longueur, et pèse de 4 à 5 gram., c'est-à-dire 8,000 à 9,000 fois plus qu'à sa naissance.

Après la grande frèze, le ver a acquis sa taille maximum; il ne fait plus ensuite que diminuer de poids, en évacuant une énorme quantité d'excréments; on dit alors qu'il *mûrit*.

Voici les dimensions moyennes d'un ver de race jaune, dont le cocon pèse environ 2 gram. (500 au kilog.) :

	LONGUEUR.	LARGEUR.	SURFACE.
A l'éclosion..........	3mm	1mm00	3mmq
A la sortie de la 1re mue.	8	1 25	10
— 2e mue.	15	2 00	30
— 3e mue.	28	3 20	90
— 4e mue.	40	5 50	220
Au maximum de taille.	80	50	600

La variation de poids, aux divers âges, est donnée par les chiffres suivants, calculés d'après ceux de Dandolo ;

on remarquera qu'il s'agit de vers d'assez grande taille, 472 cocons suffisant pour faire le kilogr.

Le nombre de 36.000 est celui des vers issus de 25 gram. de graine.

POIDS DE 36.000 INDIVIDUS.

A la naissance		17	gram.
A la sortie de 1re mue..	17 × 15 =	255	—
— 2e — ..	17 × 94 =	1598	—
— 3e — ..	17 × 400 =	6800	—
— 4e — ..	17 × 1628 =	27676	—
A la plus grande taille..	17 × 9500 =	161500	—
A la maturité.........	17 × 7760 =	131920	—
Cocons (472 au kilog.)..	17 × 4485 =	76250	—
Chrysalides seules.....	17 × 3900 =	66300	—
Papillons (moitié de chaque sexe).	$17 \times \frac{1700+2990}{2} =$	99.865	—

Description des organes extérieurs. — Observons le ver parvenu à sa plus grande taille : voici les détails qu'il nous sera facile de remarquer.

Son corps a la forme d'un cylindre assez allongé présentant douze renflements, ou anneaux, sans compter la tête et l'appendice anal (*fig.* 1). Les trois premiers an-

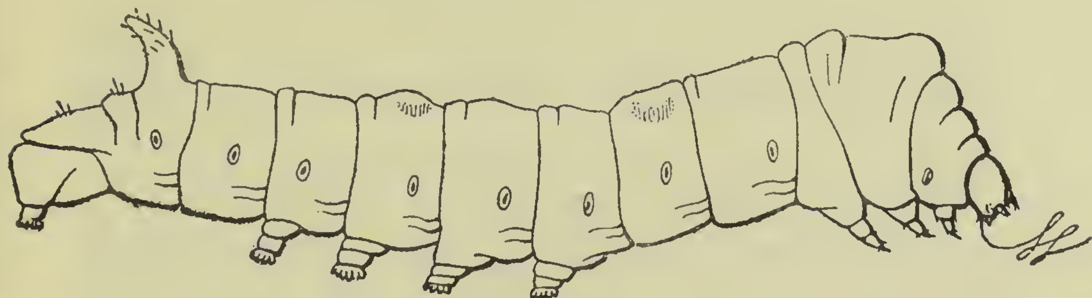


Fig. 1.— Ver à soie sortant de la 4e mue. — Grossissement linéaire : 3.

neaux sont munis chacun d'une paire de jambes appelées

jambes (ou *pattes*) *antérieures*, ou *écailleuses*, lesquelles ont trois articles et un ongle terminal pointu. Les deux segments suivants n'ont pas d'appendice ; les quatre qui viennent après, c'est-à-dire les 6e, 7e, 8e et 9e, ainsi que le 12e, portent chacun une paire de *jambes membraneuses* qu'on nomme aussi *fausses pattes* : ce sont des mamelons rétractiles, au sommet desquels on aperçoit, à l'aide d'une loupe, une double rangée de petits crochets recourbés du côté de la ligne médiane du ventre ; c'est principalement à l'aide de ces petits crampons que l'animal se soutient ; les pattes antérieures servent à serrer la feuille qu'il est occupé à manger.

La tête a la forme globuleuse ; sa paroi est durcie par une épaisse couche de chitine. Vue par dessus, elle offre deux squames pariétales et une squame frontale ; à celle-ci s'attache un appendice médian large et court nommé *labre*. Les squames pariétales présentent, du côté antérieur, chacune une espèce d'échancrure livrant passage à des organes tactiles qui sont formés de trois articles cylindriques et qu'on appelle *antennes;* enfin, sur le bord externe de ces mêmes échancrures, sont placés six paires d'yeux simples. En dessous et en avant, la tête porte trois paires d'appendices qui sont homologues des pattes, c'est-à-dire qu'on peut les regarder comme étant les pattes d'anneaux élémentaires soudés entre eux pour former la tête (*fig.* 2). Ce sont, en allant de haut en bas :

1° Les *mandibules*, pièces dures, dentelées, qui se meuvent transversalement sous l'action de muscles puissants logés dans la tête et découpent ainsi très bien la feuille de mûrier ;

2° Les *mâchoires*, tubercules rigides, légèrement mobiles dans le sens transversal ; chacun de ces organes est

garni de gros poils courts et se prolonge latéralement par une pièce tactile, triarticulée, appelée *palpe maxillaire* ;

3° La *lèvre inférieure*, pièce médiane constituée par deux corps mous accolés ensemble et prolongés chacun par un organe tactile articulé appelé *palpe labial.*

Enfin, par-dessous la lèvre inférieure, on voit un petit mamelon conique, qui est la *trompe soyeuse* ; à son

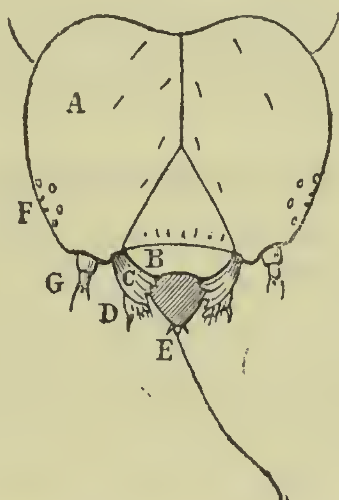


Fig. 2. — Tête de ver à soie sortant de la 4ᵉ mue. Grossissement linéaire : 10.
A. Crâne. — **B**. Labre. — **C**. Mandibules. — **D**. Mâchoires. — **E**. Lèvres et trompe soyeuse. — **F**. Yeux.

sommet, se trouve l'orifice du canal qui donne issue au fil de soie.

Les tubercules chargés de longs poils, qui se remarquaient durant le premier âge sur tous les anneaux, s'effacent aux âges suivants ; en même temps, les poils deviennent plus courts et plus clairsemés. Il subsiste seulement une corne droite sur le 11ᵉ anneau. On voit aussi sur le 5ᵉ et sur le 8ᵉ anneau deux taches en forme

de croissant ; ces taches existent aussi dans la pellicule qui tombe à la mue. Au contraire, les zébrures et marques brunes ou noires de la peau des vers appartenant à certaines variétés sont dues à un pigment intérieur qui ne passe pas dans la dépouille.

Enfin, pour terminer cette description sommaire des parties extérieures du ver, nous n'avons plus qu'à mentionner dix-huit petites taches noires, qui sont très apparentes sur les flancs : on les nomme *stigmates* ; ce sont autant d'ouvertures qui correspondent aux conduits respiratoires, et dont nous aurons à reparler plus loin.

Description des organes intérieurs servant à la nutrition. — Parmi les organes intérieurs du ver à soie, le plus apparent au premier abord est le tube digestif, canal à peu près rectiligne, allant de la bouche à l'anus (*fig.* 3) ; on y distingue une première région,

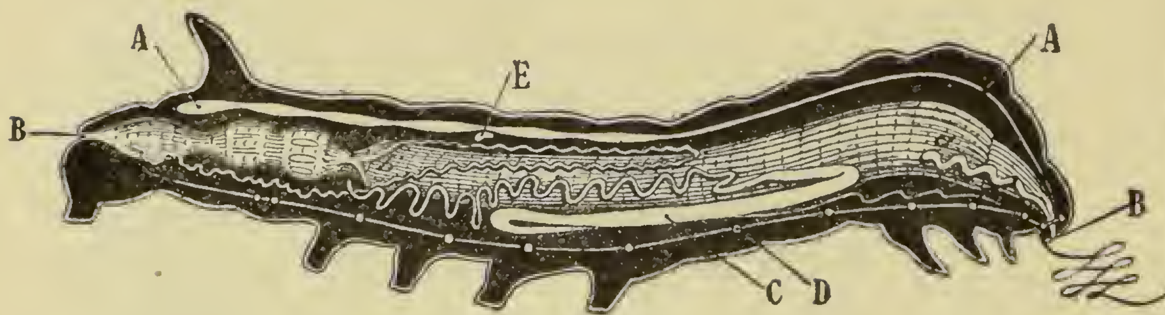


Fig. 3. — Structure du ver à soie.

AA, vaisseau dorsal ; — **BB**, tube digestif ; — **a**, glandes salivaires ; — **b**, vaisseaux de Malpighi ; — **C**, glandes soyeuses ; — **D**, ganglions nerveux ; — **E**, organes reproducteurs.

l'*œsophage*, qui aboutit au fond de la bouche, flanqué de de deux glandes appelées *salivaires* ; vient ensuite l'estomac proprement dit, dont la paroi recèle de nombreuses cellules glanduleuses sécrétant un suc très alcalin propre

à digérer la feuille ; enfin on trouve l'*intestin*, divisé en deux dilatations (*cæcum* et *rectum*), où séjournent les excréments avant d'être évacués. Dans la partie étranglée qui sépare l'estomac de l'intestin, débouchent deux conduits qui se ramifient chacun en trois tubes fort longs, repliés en anses à la face dorsale et à la face ventrale de l'estomac et, après de nombreux replis, allant finir en cul-de-sac dans la région anale : ce sont les tubes *de Malpighi*, ou *vaisseaux urinaires*, ou encore *urino-biliaires ;* ils contiennent des cristaux tabulaires semblables à ceux qui recouvrent la peau au sortir des mues ; on y trouve aussi des concrétions de divers urates, et parfois aussi des cristaux octaédriques d'oxalate de chaux. Il est à remarquer que quand la mue est accomplie, les vaisseaux urinaires sont presque vides, tandis qu'auparavant ils étaient pleins de cristaux.

La paroi musculaire du tube digestif est doublée en dedans par une couche de cellules qui sécrètent une pellicule chitineuse faisant suite à celle de la peau ; cette pellicule d'ailleurs est sujette à la mue comme celle-ci ; dans la région œsophagienne, elle est plissée et adhérente aux couches externes ; dans la partie stomacale, elle est au contraire presque flottante et absolument lisse ; enfin, dans le cæcum, elle est de nouveau solidement fixée et hérissée d'épines microscopiques, puis redevient lisse ou légèrement plissée dans le rectum.

Extérieurement aux couches musculeuses du tube digestif, on trouve une membrane très mince qui enveloppe le tout et se prolonge à la façon d'un péritoine sur tous les organes de la cavité viscérale ; c'est pourquoi quelques auteurs l'appellent membrane *péritonéale*.

Dans ses replis est accumulée une masse de liquide

assez considérable qu'on appelle le *sang*. Les produits absorbables de la digestion viennent enrichir ce liquide en traversant par endosmose les parois de l'estomac. Aussi ce sang tient-il de la nature du chyme; on y trouve une foule de globules pâles, de forme et de grandeur variables, pourvus chacun d'un ou de plusieurs granules intérieurs, puis des cellules huileuses ; tout cela flotte dans un liquide parfaitement limpide, incolore ou légèrement jaunâtre. Ce liquide est neutre ou faiblement acide. Il noircit à l'air. Les contractions musculaires de l'animal le ballottent irrégulièrement de côté et d'autre.

Mais il existe en outre, sous la peau du dos, un appareil spécial de circulation qui contient un sang moins chargé de globules : c'est un long tube à parois musculeuses fort minces appelé *vaisseau dorsal ;* quelques fibres musculaires, vestiges des *ailes du cœur*, si développées chez d'autres insectes, maintiennent ce vaisseau en place, en l'attachant à droite et à gauche aux parois des anneaux. Il n'a ni orifices latéraux ni valvules ; il paraît même complètement fermé en arrière, de sorte que le sang n'y entre que par endosmose ; il s'ouvre en avant dans la tête. Ce vaisseau se contracte 40 à 50 fois par minute, d'arrière en avant, et fait ainsi cheminer dans sa cavité le liquide sanguin, qui vient ensuite se mêler à celui de la cavité générale.

Dans ce trajet, le sang baigne les ramifications des *trachées* ou organes respiratoires, et subit ainsi le contact de l'oxygène. On a déjà signalé les stigmates comme étant les points où aboutissent ces organes : ce sont des tubes ramifiés, dont le calibre décroît depuis le tronc principal, qui peut avoir 1/3 de millim. dans le ver adulte, jusqu'aux plus petites branches, qui sont microscopiques ;

leur paroi est formée extérieurement par une membrane mince se confondant avec la membrane dite péritonéale ; en dedans, existe une membrane chitineuse qui fait suite à celle de la peau et subit comme elle la mue ; dans les trachées, elle offre des replis ou épaississements affectant la forme de spires assez régulières et caractéristiques, qui cessent d'exister quand le diamètre de la trachée est plus petit que 1/900 de millim. ; les spires sont également absentes en certains points des troncs interstigmatiques, là où ces troncs doivent se rompre à l'époque des mues. Sous chaque stigmate existe une cavité arrondie, sorte de vestibule d'où partent trois tubes interstigmatiques peu ou point ramifiés et qui vont, l'un en avant, le second en arrière, l'autre enfin au stigmate du flanc opposé ; du même vestibule sortent encore trois ou quatre troncs qui se ramifient à l'infini, les uns du côté dorsal, les autres du côté ventral de l'animal, soit aux viscères, soit sous la peau.

Quand on écarte le tube digestif dans un ver adulte, on rencontre deux longs boyaux brillants (*fig.* 4), contournés en nombreux replis ; c'est dans ces organes que s'accumule la soie. On distingue dans ces tubes trois parties. La partie postérieure, d'aspect mat, incolore ou à peine teintée en jaune, est celle qui passe pour sécréter le liquide soyeux proprement dit; elle a la forme d'un tube cylindrique de 1^{mm} environ de diamètre, offrant de nombreux replis dont le développement atteint de 14 à 15 cent. de longueur. La partie moyenne, plus renflée, est également limpide chez les vers à cocons blancs, mais elle est colorée en jaune vif chez les vers à cocons jaunes; elle sécrète le *grès*, matière glutineuse spéciale qui enveloppe la soie proprement dite et lui donne ainsi la cou-

leur verte ou jaune ; elle a environ 3^{mm} de diamètre et

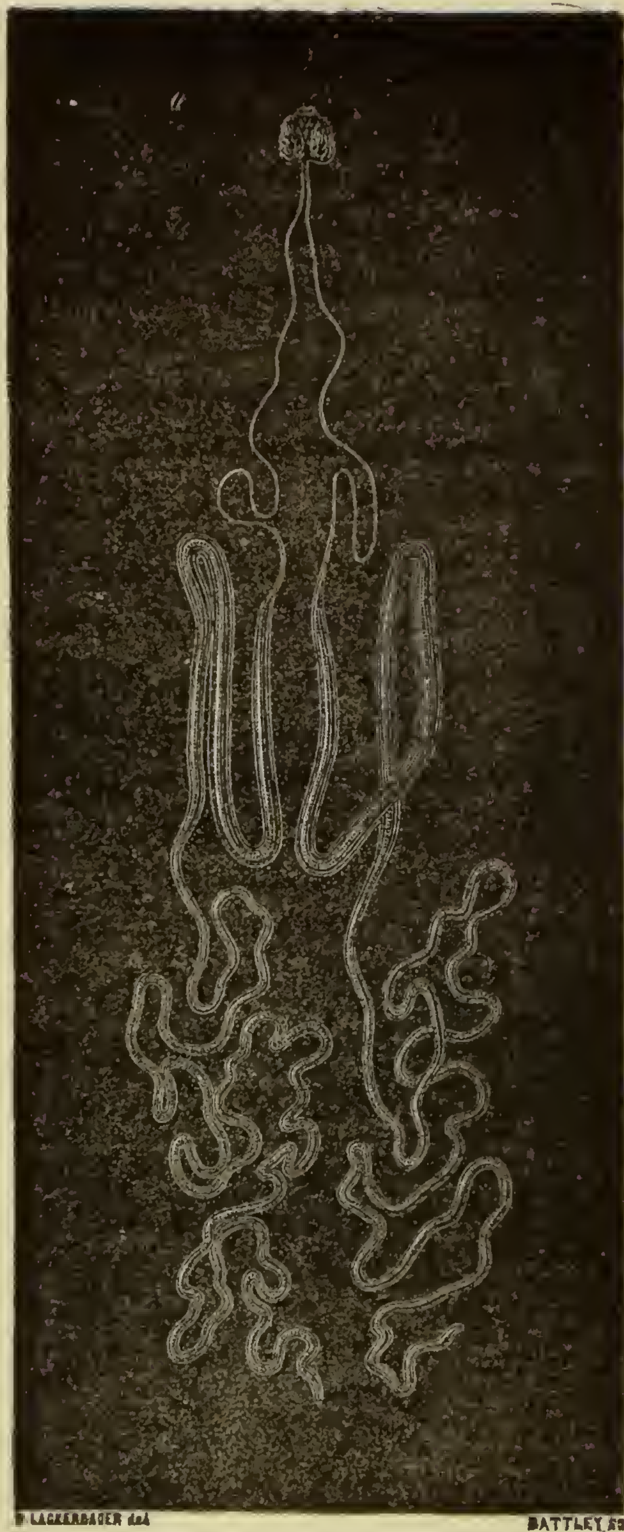


Fig. 4. — Glandes de la soie chez un ver mûr.

6 à 7 cent. de long. Enfin la partie antérieure des glandes

soyeuses est formée par deux tubes longs de 3 à 4^{cm} et de $0^{mm},3$ de diamètre à leur origine ; leur calibre va en décroissant peu à peu à mesure qu'ils approchent de la trompe soyeuse ; immédiatement avant d'y aboutir, ils se réunissent en un tube unique. A ce point de jonction débouchent deux petites glandes découvertes par De Filippi; elles lubrifient le canal de la trompe soyeuse et en même temps revêtent le fil de soie d'une espèce de vernis cireux. Les deux tubes fins, appelés *tubes excréteurs*, fonctionnent comme de véritables filières; c'est dans leur intérieur que les fils soyeux prennent leur forme et leur consistance. Il s'ensuit qu'à sa sortie de la trompe, le *brin du cocon*, ou *bave*, se trouve composé de deux fils élémentaires cylindriques accolés parallèlement en une sorte de lanière plate, dont les replis sont encore assez gluants pour adhérer entre eux en formant le cocon; mais cette couche superficielle se ramollit assez dans l'eau chaude pour que le dévidage du cocon soit très facile. Par-dessous le vernis, chaque fil soyeux présente donc : 1° une enveloppe colorée qui est soluble dans l'eau de savon bouillante : c'est le *grès* ; 2° un axe massif et incolore beaucoup plus résistant à l'action des alcalis: c'est la vraie soie ou fibroïne.

Les parois des glandes soyeuses sont formées par de grandes cellules hexagonales, dont deux suffisent pour enclore le tube. De nombreuses trachées se portent à leur surface. La paroi, dans les tubes excréteurs, a un épais revêtement de chitine ; c'est précisément là que se durcit la matière soyeuse ; tant qu'elle est dans les deux autres parties des glandes, elle reste molle.

Un brin de cocon ordinaire a environ $0^{mm},02$ de largeur sur $0^{mm},01$ d'épaisseur ; mais la bave émise par un ver jeune, et surtout un ver nouvellement éclos, est bien plus

ténue encore; cependant la ténacité de ces fils est telle qu'à tout âge un brin soyeux peut porter le ver qui l'émet : il faudrait un poids presque double pour amener sa rupture.

Tous les viscères dont nous avons parlé jusqu'ici ont leur surface parcourue par des ramifications de trachées qui les maintiennent dans leurs positions respectives. Dans les interstices de ces viscères se logent des lobules d'une matière particulière, d'aspect blanchâtre : c'est le tissu appelé *graisseux*, amas de cellules adipeuses groupées sur un arbre trachéen qui en est comme le support ; ces lobes sont revêtus par la membrane péritonéale. Leur abondance augmente pendant la période larvaire ; il se forme ainsi dans le corps de l'animal une sorte de réserve d'aliments respiratoires, grâce auxquels il peut vivre à l'état de chrysalide et de papillon, tout en ne prenant plus aucune nourriture.

Le tissu graisseux qui avoisine le vaisseau dorsal semble avoir une nature et des fonctions différentes. Ses lobules, d'un jaune plus foncé que les autres, seraient, d'après quelques savants, des glandes jouant le rôle de foie.

Organes servant aux fonctions de relation. — Pour terminer cet aperçu sommaire de la structure du ver à soie, il nous reste à parler des organes spéciaux du mouvement et de la sensibilité, savoir : les muscles et les nerfs.

Les muscles dont il a été question précédemment font partie des viscères ; leurs contractions sont indépendantes de la volonté de l'animal. Les suivants, au contraire, lui obéissent ; ce sont des faisceaux affectant la forme de rubans et composés de fibres parallèles striées ; les ex-

trémités de ces rubans s'insèrent sous la peau. Les plus courts vont d'un anneau à un anneau voisin, ou même ne sortent pas des limites d'un anneau unique : ce sont les plus superficiels ; ils sont généralement très obliques, ou même transverses. Viennent ensuite des faisceaux un peu plus longs, et obliques, qui produisent des mouvements de torsion du corps. Enfin les muscles les plus profonds, les plus voisins par conséquent de la cavité viscérale, sont longitudinaux ; ils vont d'un anneau au voisin et se font suite les uns aux autres sur toute la longueur du corps. Cornalia a compté dans le corps du ver, non compris la tête, 268 muscles courts, 168 muscles moyens et 110 muscles longs ; d'ailleurs chacun de ces rubans musculaires contient en moyenne 8 faisceaux musculaires ; on arrive ainsi à un total de plus de 4,000 muscles élémentaires.

Les mouvements de tous ces muscles, aussi bien que ceux des muscles des viscères, sont sous la dépendance du système nerveux. On appelle ainsi des amas de cellules particulières d'où émanent des filaments qui vont d'une cellule à une autre, ou bien d'une cellule à un muscle, ou à quelque point de la périphérie du corps. Les amas de cellules nerveuses se nomment *ganglions ;* les filaments qui en sortent sont les *nerfs*.

Le système nerveux de la vie animale, dans le ver à soie, se compose de 13 ganglions réunis par des cordons conjonctifs ; la tête contient 2 de ces ganglions, situés l'un au-dessus, l'autre au-dessous de l'œsophage (v. fig. 3) ; leurs cordons conjonctifs forment le *collier œsophagien.* Viennent ensuite les trois ganglions thoraciques, situés sous le tube digestif, dans les trois premiers anneaux ; puis les huit ganglions abdominaux, situés également

sous le tube digestif, dans les anneaux suivants ; le huitième et dernier ganglion est logé à côté du septième dans le septième anneau abdominal.

La masse nerveuse supra-œsophagienne, ou cerveau, est assez volumineuse, et bilobée ; elle émet des nerfs allant aux antennes et aux yeux ; la masse sous-œsophagienne en envoie aux pièces buccales. Les autres ganglions émettent des nerfs pour leurs anneaux respectifs.

Le système nerveux qui gouverne le tube intestinal est distinct du précédent ; il se compose, suivant M. Blanchard, d'une série de 3 ou 4 ganglions très petits, placés à la face dorsale du tube intestinal et émettant des filaments nerveux ; le premier de ces ganglions, appelé *frontal*, est au-devant des 2 lobes du cerveau et s'y rattache par deux filets distincts. Le même savant reconnaît, en outre, les nerfs dits *respiratoires*, qui vont aux stigmates et émanent d'une file de petits renflements situés à chaque anneau entre les ganglions de la chaîne principale. Enfin le vaisseau dorsal possède à sa partie antérieure des ganglions spéciaux situés à droite et à gauche, et qui se rattachent au cerveau par de petits filets.

Organes de la reproduction. — Les fonctions de reproduction sont nulles chez les vers à soie à l'état de larve. Néanmoins on trouve déjà chez eux les corps qui deviendront plus tard, en se développant davantage, les organes de la reproduction dans les papillons ; ces corps s'appellent *capsules génératrices*, ou encore *corps réniformes*. Ils sont déjà visibles dans la larve avant la première mue ; ce sont deux petits globules blanchâtres logés près du vaisseau dorsal, vis-à-vis la suture des

anneaux qui portent la 2e et la 3e paire de jambes membraneuses. Dans la larve à maturité, ces globules ont grossi ; ils ont pris la forme de reins, ayant 2 à 3 millimètres de long.

On peut alors reconnaître, comme l'a fait Hérold, qu'ils sont tenus en place par des trachées émanées des stigmates de la 6e paire, et en outre par des ligaments spéciaux, savoir : deux paires de ligaments courts, aboutissant aux tissus cutanés voisins, et une paire de ligaments longs qui sortent du milieu de leur face interne et vont se réunir dans la ligne médiane sous le rectum, contre la peau du 11e anneau.

En examinant au microscope le contenu de ces capsules, on trouve qu'il y en a de deux sortes, suivant les sujets d'où on les tire.

Les unes, qui caractérisent les individus mâles, renferment, au début, une matière semi-fluide, granuleuse, où se forment des cellules à noyau ; plus tard, apparaissent de grosses cellules dont le contenu est un amas serré de sphérules transparentes ; plus tard encore, ces grosses cellules s'allongent au point de devenir cylindriques et leur contenu est strié dans le sens de la longueur ; on dirait des paquets de filasse (fig. 5). Tels sont les éléments

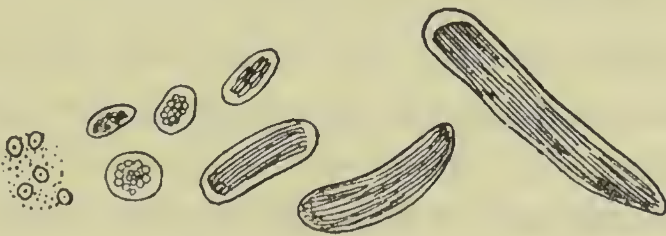


Fig. 5. — Contenu des capsules génératrices mâles (d'après Cornalia).

qui coexistent dans les capsules lorsque les vers sont arrivés à maturité.

Dans les capsules femelles, la matière granuleuse se groupe en petits amas qui deviendront les œufs ; dès la troisième mue, on peut reconnaître dans chaque capsule quatre tubes dont les nombreux replis sont serrés les uns contre les autres et qui renferment les œufs en voie de formation. Dans le ver adulte, ces tubes ovariques sont très accusés ; au fond de chacun d'eux, il n'y a qu'une matière granuleuse continue où on distingue de petites cellules à noyau ; plus loin, à des distances à peu près égales, se sont formés des groupements distincts, dont chacun deviendra un œuf. Ce qui paraît être, dans chaque groupement, le centre d'attraction, c'est une grosse cellule que sa transparence fait ressortir au milieu de l'amas granuleux opaque qui l'entoure; cette grosse cellule, appelée *vésicule germinative*, a un noyau très distinct. Enfin, plus loin encore dans le tube ovarique, on trouve les œufs les plus avancés ; ici, l'amas granuleux, qu'on appelle quelquefois l'*auréole vitelline*, s'est augmenté, vers l'arrière, d'un assez grand nombre de grosses cellules, nommées *cellules vitellines*, qui semblent destinées, ainsi que l'auréole vitelline, à nourrir la vésicule principale ; de plus, chaque œuf est séparé de l'œuf suivant par une matière claire, et l'épaisseur des parois du tube ovarique est devenue très visible (fig. 6).

Ces détails prouvent que l'observation au microscope du contenu des capsules génitales de la larve permet de reconnaître son sexe de très bonne heure. On peut y parvenir aussi par une dissection soignée de la partie ventrale du onzième anneau ; en effet, M. Cobelli a observé que, dans les larves mâles, les ligaments longs des capsules se réunissent sur un petit corps bilobé, qu'il a nommé l'*organe de Hérold*, et qui est situé tout à fait à

l'arrière de la ligne médiane de l'anneau susdit ; dans les femelles, au contraire, les deux ligaments se rapprochent vers l'extrémité antérieure de cette ligne, puis s'écartent de 1 millim. environ, pour aboutir, vers l'extrémité pos-

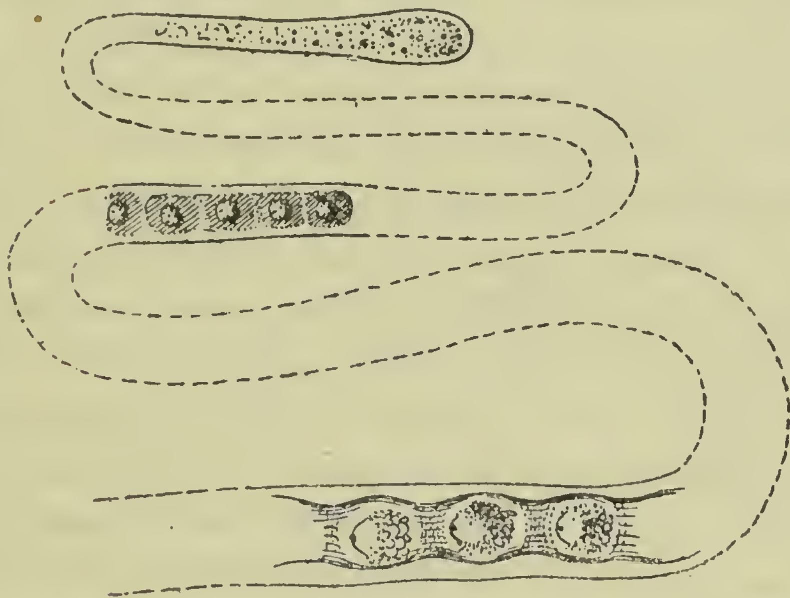


Fig. 6. — Tubes ovariques sortis des capsules génératrices femelles (d'après Cornalia).

térieure, à deux corps globuleux séparés, qui représentent ici l'organe de Hérold. Mais ces différences ne se trahissent pas au dehors, et les caractères superficiels par lesquels certains praticiens prétendent distinguer les sexes des larves sont tout à fait illusoires.

II. — Physiologie de la Larve.

Structure de la peau. Mue et sécrétions diverses. — Nous avons vu avec quelle rapidité et dans quelles proportions énormes s'effectue la croissance de la larve, lorsqu'on lui fournit les aliments convenables. Il faut que le renouvellement de la peau marche du même

pas, aussi bien que l'activité des fonctions nutritives en général.

La peau présente deux couches bien distinctes. L'une, profonde, appelée *hypoderme*, est formée de cellules, les unes arrondies et remplies de granules de pigment, les autres polyédriques et à contenu plus clair; ces cellules représentent la partie vivante de la peau ; parmi elles rampent des trachées et des nerfs, et le sang vient les baigner en passant entre les muscles situés sous elles. L'autre couche, appelée *cuticule* , est superficielle et composée de lames chitineuses très minces, d'aspect homogène, sécrétées selon toute apparence par les cellules précédentes: de la superposition et de la soudure de ces lames résulte une pellicule coriace fort résistante, quoique assez flexible et bien propre à servir de point d'appui aux muscles qui viennent s'y implanter. On remarquera que la lame la plus extérieure est hérissée de petites aspérités microscopiques qui la font paraître comme chagrinée; elle porte en outre çà et là des poils droits qu'on aperçoit à l'œil nu avec un peu d'attention. Il est évident, d'après la manière dont est formée la pellicule chitineuse, qu'elle s'endurcit de plus en plus et impose une limite nécessaire à la croissance de la chenille; si cette limite doit être franchie, il faut que cette pellicule tombe : c'est précisément ce phénomène qui constitue la mue.

Il se prépare de la façon suivante : sous la pellicule de chitine apparaît une nouvelle lame de même nature, revêtue d'aspérités et de poils, qui formera la nouvelle surface libre du corps ; entre elle et la vieille pellicule s'amasse un liquide spécial où flottent des cristaux en forme de tablettes rectangulaires; peu à peu la dépouille

s'isole ainsi du corps; à un moment donné, l'animal peut retirer sa nouvelle boîte crânienne en arrière, et, en la gonflant, pousser le vieux masque et le faire tomber; il ne lui reste plus alors qu'à sortir du fourreau qui l'enveloppe, et cette opération est facilitée par les petits crampons des fausses pattes qui maintiennent la dépouille en place, tandis que le ver chemine pour s'en débarrasser.

Toute la surface du ver, au sortir de la mue, est couverte de petits cristaux provenant du liquide dont nous avons parlé plus haut. On en trouve aussi au dedans de la dépouille, surtout dans des cavités claires qui marquent les points où les muscles étaient insérés. Notons enfin que par les dix-huit stigmates sont sortis des rameaux de vieilles trachées qui font partie de la dépouille; de même aussi, à la région anale, adhère un bout de membrane qui provient de l'intestin.

Réaumur a montré que les vers à soie soumis à l'action du vide n'augmentent pas de volume. Cela prouve que leur peau est très perméable à l'air. Aussi joue-t-elle un rôle très important dans la respiration. On remarquera aussi que la raréfaction, même poussée très loin, et maintenue pendant plusieurs jours, ne fait pas périr ces animaux. Remis dans l'air ordinaire, ils reprennent leurs mouvements comme auparavant. Nous aurons à revenir plus loin sur les exhalations gazeuses de la peau (vapeur d'eau, acide carbonique, etc.).

Mais les cellules hypodermiques produisent aussi une autre sorte de sécrétions dont la découverte est due à M. Vlacovich : ce sont des urates, surtout de l'urate d'ammoniaque, qui s'y rassemble en forme de granules sphéroïdes, et en outre des cristaux tabulaires ayant la composition de l'oxalate de chaux. Ces derniers, en tout

semblables à ceux qu'on trouve dans les tubes de Malpighi, sont peut-être un produit de l'oxydation incomplète des urates ; l'oxydation complète produirait de l'acide carbonique. M. Vlacovich a fait remarquer que les urates abondent dans la peau tant que les vers ont un régime végétal ; quand ils cessent de manger et deviennent *autophages*, et par conséquent *carnivores*, les urates disparaissent de la peau. Précisément pendant la première période, les tubes de Malpighi n'offraient pas d'urates, mais seulement des oxalates ; dans la seconde, ils regorgent d'urates ; ils semblent donc avoir des fonctions complémentaires de celles de la peau.

En résumé, chitine, acide carbonique, vapeur d'eau, acide oxalique, acide urique, tels sont les produits remarquables de la vie des cellules hypodermiques de la larve.

Circulation du sang. — Température du corps. — Action du froid et de la chaleur. — On a cru pendant longtemps que le sang, chez les insectes, étant pénétré par les ramifications des trachées, n'avait pas besoin de circuler et ne circulait réellement pas. Aujourd'hui, le fait de la circulation est hors de doute, mais on discute encore sur la manière dont l'air est mis en rapport avec le sang. Suivant M. Blanchard, il y aurait circulation du sang autour du fil spiral des trachées sous la membrane dite péritonéale ; le vaisseau dorsal servirait à l'y injecter, pour ainsi dire, par ses pulsations. Si cela était, la mue des trachées produirait un changement complet des canaux circulatoires, ce qu'il est bien difficile d'admettre.

Mais nous pouvons, sans trancher cette question, étudier

les pulsations du vaisseau dorsal; chez un ver adulte elles sont, suivant Hérold, au nombre de 30 à 40 par minute, à à des températures comprises entre 20° et 25° C. et de 6 et 8 seulement à 12° ou 15°; les larves plus jeunes ont, dit-il, les pulsations un peu plus fréquentes. J'ai observé, avec M. Bernard, qu'à des températures voisines de 20°, le nombre des pulsations, chez le ver sorti de 4e mue, est de 30 en moyenne, quand l'animal est immobile, et s'élève à 45 et même 50 quand il se met à manger ou à se mouvoir; il peut atteindre 60 à 65 lorsque le ver file son cocon. J'ai pris un ver prêt à filer et battant 55 pulsations; en le distendant légèrement avec les doigts pour mieux voir les pulsations, leur nombre s'est élevé à 94; l'animal abandonné à lui-même en faisait encore 66 au bout de cinq minutes, et cinq minutes plus tard, 50; une heure après, 50: il avait entrepris son cocon, et, dix heures après, je n'ai plus compté que 44 pulsations. Il y a donc des variations énormes dans l'activité des battements. En voici un autre exemple. Un ver très mûr, retiré de la légère enveloppe de soie qu'il commençait à se former, restait immobile, semblant devenir *court*, et ne donnait que 9 pulsations par minute, d'avant en arrière (cette inversion est un fait normal dans le passage de l'état de la larve à l'état de chrysalide); un moment après, il parut se réveiller, se mit à marcher et donna 50 pulsations par minute, dirigées d'arrière en avant.

Lorsqu'on approche du corps d'un ver à soie un thermomètre très délicat, on constate que sa température ne diffère pas sensiblement de celle de l'air ambiant; M. Girard a trouvé que les écarts en plus ou en moins atteignent au plus un degré. Il y a donc compensation presque exacte entre la chaleur dégagée par la combus-

tion respiratoire et la chaleur utilisée pour les exhalations qui ont lieu à la surface du corps. Ces quantités de chaleur sont probablement très différentes aux diverses températures auxquelles peuvent vivre les vers à soie ; elles ont été évaluées par MM. Regnault et Reiset pour la température ordinaire des mois de juin et de juillet, c'est-à-dire environ 20° ; dans ce cas spécial, elles sont aussi grandes que pour des animaux à sang chaud. Voici en effet les quantités d'oxygène qu'ils ont trouvées consommées en une heure pour des poids d'un kilogramme des animaux suivants :

Chien	1gr,248
Lapin	0 985
Poule	1 239
Vers à soie au 3e âge	1 170
— à maturité	0 840
— —	0 687

On ne possède pas d'expériences faites à des températures qui s'écartent notablement de 20°.

C'est d'ailleurs de 20° à 25° que la plupart des éleveurs ont l'habitude de gouverner leurs vers ; la durée de la vie de la larve est alors de 30 à 35 jours. Mais cette période pourrait être prolongée jusqu'à 40, 50 jours, et même plus longtemps, en tenant les vers à 18°, 16° ou audessous : le froid en effet ralentit l'activité de l'insecte, sans porter de préjudice visible à sa santé, au moins quand ce froid ne dépasse pas certaines limites d'intensité et de durée.

Ces limites sont plus reculées qu'on ne pourrait le croire. En 1753, Justi a exposé des vers à un froid tel que leur corps durci se brisait comme du verre ; en les

réchauffant lentement, il les a vus revivre, manger et filer leur cocon [1]. En 1837, Loiseleur-Deslonchamps a fait la même épreuve sur des vers pris au sortir de l'œuf ; ils ont supporté une température de — 5° pendant 10, 15 et 20 minutes ; ceux qui furent exposés à ce froid pendant 25 minutes succombèrent. Le même expérimentateur prit 200 de ces vers après 8 minutes de séjour à — 5° ; il les ranima en les portant à 17° ; puis, sans rien leur donner à manger, il les tint pendant dix jours à 4° : après ces épreuves, ces vers, nourris comme d'habitude, donnèrent encore 97 cocons. Une autre fois, il laissa 160 vers fraîchement éclos, sans nourriture, à zéro, puis les porta à 24° et les alimenta régulièrement : il eut 50 cocons. Enfin M. Charrel assure qu'il a vu les vers à soie pendant le premier et le deuxième âge se mouvoir et manger à partir de 7° à 8°, et pendant les âges suivants à partir de 10° à 12° ; mais il reconnaît qu'il leur faut de 15° à 20° pour développer leur agilité et leur appétit.

En élevant la chaleur au-dessus de 25°, on exalte ces fonctions de plus en plus ; les vers mangent plus souvent et la durée de leur vie diminue en conséquence. L'abbé de Sauvages a fait des éducations très bien réussies entre 30° et 37°, et qui n'ont duré que 24 jours. Camille Beauvais a répété cette épreuve et, en multipliant le nombre des repas, a fini l'élevage en 21 jours. Enfin, au Congrès de Rovereto, on a cité un cas d'éducation à 45° terminée en 14 jours. M. Cantoni a porté des vers à 47° dans une étuve sans voir chez eux aucun signe de souffrance.

Fonctions respiratoires. — Les vers à soie ont besoin d'air pour respirer. Cet air entre par les stigmates.

[1] Dunder ; *Seidenzucht*. Vienne, 1854.

Si en effet on bouche ces ouvertures en les enduisant d'huile à l'aide d'un pinceau, comme l'a fait Malpighi, l'animal meurt au bout de peu de minutes.

Il peut au contraire rester sous l'eau pendant plusieurs heures sans périr. On explique cette différence en remarquant que l'eau ne mouille pas les orifices stigmatiques, qui sont gras et revêtus de poils, de sorte que les bulles d'air logées dans ces orifices suffisent à l'entretien de la respiration.

Néanmoins on ne peut s'empêcher d'être surpris de la promptitude avec laquelle périt l'animal dont les stigmates sont mouillés d'huile [1].

[1] De Filippi a fait quelques recherches intéressantes à ce propos. Il a remarqué que si l'on bouche les stigmates de trois anneaux consécutifs, l'anneau du milieu devient complètement paralysé ; si l'on bouche tous les stigmates, le ver doit par conséquent être totalement paralysé, et c'est de là que vient sa mort rapide.

Le même savant a observé que si l'on bouche tous les stigmates de l'un des flancs, en laissant ouverts ceux de l'autre, aucune altération n'a lieu ni dans les mouvements ni dans la sensibilité du ver. Cependant les masses musculaires d'un côté tout entier sont privées de la libre circulation de l'air, car l'air des trachées, venant du côté non huilé, ne peut pas aller aux trachées de l'autre côté par les rameaux interstigmatiques, ceux-ci ayant, aussi bien que ceux d'un même flanc, un *manchon*, où le fil spiral est remplacé par des poils qui obstruent le passage de l'air. Il n'y a qu'une série d'organes où il y ait des anastomoses libres entre les trachées de droite et celles de gauche : c'est sur les ganglions nerveux ; chaque ganglion reçoit en outre quelques ramifications trachéennes venues des ganglions les plus voisins.

Il résulte évidemment de là que la paralysie produite par l'oblitération des stigmates résulte de ce que l'afflux d'air aux ganglions nerveux a été empêché.

De Filippi a fait voir en outre que la paralysie partielle ou totale provoquée comme on vient de le dire, s'étend aux muscles

L'expiration de l'air paraît avoir lieu, non seulement par les stigmates, mais par toute la superficie du corps, car Réaumur a fait voir qu'en plongeant dans l'eau ou dans l'alcool un ver à soie vivant, des bulles d'air se forment sur tout son corps, sans que les stigmates en donnent plus que toute autre partie.

En 1849, MM. Regnault et Reiset ont recherché la quantité d'oxygène absorbée par les vers à soie dans l'acte de la respiration. Ils ont trouvé que pendant une heure, les vers pesant un kilog. avaient consommé :

Exp. 1.	Vers au	5e âge	(423 vers prêts à filer)	0^{gr},840	d'oxygène.
— 2.	—	—	(461 id. id.)	0 687	—
— 3.	—	3e —	(1050 id.)	1 170	—

D'après cela, les vers d'une once supposés au nombre de 30,000 (correspondant à 60 kilog. de récolte), consommeraient dans les trois cas précédents, en une heure, 59 gram., 44 gram. et 33 gram. d'oxygène, ce qui représente, en 24 heures, 983 litres, 733 litres et 550 litres, quantités moindres que 1 mètre cube.

En partant de ce chiffre de 1 mètre cube, qui, comme on le voit, est exagéré, et en suppposant encore que cet oxygène soit complètement remplacé, au bout des vingt-quatre heures, par de l'acide carbonique, combien faudra-t-il fournir d'oxygène aux vers pour qu'ils vivent dans de bonnes conditions de santé ? Il serait difficile de répondre avec précision à une telle question, parce qu'on ignore la dose d'acide carbonique que ces insectes peuvent tolérer. Cette dose est certainement plus élevée que celle que supporterait l'homme, car on voit les vers insen-

volontaires et au vaisseau dorsal, mais non pas aux fibres du tube intestinal, lesquelles continuent à se contracter violemment, surtout dans la région de l'œsophage.

sibles à des proportions d'acide sulfureux, de chlore, etc., qui nous feraient vivement souffrir. Mais comme le service des vers est fait par des ouvriers, il est clair que, dans la pratique, il faut traiter ces insectes à notre point de vue et comme s'ils avaient les mêmes besoins d'air pur que nous. Or il est de règle, dans la ventilation de nos chambres d'habitation, qu'on ne doive pas tolérer plus de un litre d'acide carbonique sur 1,000 d'air. On devra par conséquent fournir aux vers d'une once 1,000 mètres cubes d'oxygène en vingt-quatre heures, c'est-à-dire environ 5,000 mètres cubes d'air. Si la salle qu'ils occupent a 100 mètres cubes de capacité, l'air en sera donc renouvelé intégralement *à peu près chaque demi-heure.*

Il est nécessaire encore de faire remarquer que les expériences de MM. Regnault et Reiset plaçaient les vers dans des conditions peu favorables au bon exercice de leurs fonctions. Les vers, en effet, étaient logés dans un gros tube de verre fermé à ses deux bouts par des montures de laiton bien mastiquées ; de ces montures partaient quatre tubes, dont deux conduisaient à un réservoir contenant de la potasse exactement dosée, destinée à absorber l'acide carbonique produit par la respiration, et les deux autres à deux tubes manométriques dont l'un contenait de l'oxygène qu'on refoulait au fur à mesure du besoin dans l'atmosphère des vers, et dont l'autre servait à recueillir les gaz à analyser. Le tube des vers était donc saturé de vapeur d'eau, circonstance fâcheuse pour leur santé.

Malgré cela, nous croyons utile de rapporter ici les nombres trouvés dans ces trois expériences, en y joignant ceux d'une quatrième qui a porté sur des chrysalides ; pour cette dernière, on s'est borné à analyser l'air dans lequel elles avaient séjourné.

Chiffres des expériences de MM. Regnault *et* Reiset.

	Exp. 1.	Exp. 2.	Exp. 3.	Exp. 4.
Nombre des individus	18 vers.	18 vers.	42 vers.	25 chrysalides.
Age —	prêts à filer.	prêts à filer.	3e âge.	»
Poids total —	42gr,5	39gr,0	40 gram.	21 gram.
Durée de l'expérience	5 h. 40	7 h. 50	4 h. 20	6 h. 30
Composition du gaz à la fin de l'expérience. Acide carbonique °/o	5.89	4.10	7.95	13.58
Composition du gaz à la fin de l'expérience. Oxygène °/o	16.10	16.51	14.42	1.16
Composition du gaz à la fin de l'expérience. Azote °/o	78.01	79.39	77.63	85.26
Poids P de l'oxygène consommé	0gr,202	0gr,201	0gr,203	0gr,033
Poids de l'acide carbonique produit	0 220	0 225	0 207	0 029
Poids P′ de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique	0 160	0 163	0 150	0 021
Poids P″ de l'azote absorbé	0 00201	0 00028	0 0027	exhalé 0.00025
Rapport de P′ à P	0.792	0 814	0 739	0 639
Rapport de P″ à P	0.010	0 0014	0 0133	—0 0075
Poids de l'oxygène consommé par heure	0gr,0357	0gr,0268	0gr,0468	0gr,00508
Poids de l'oxygène consommé en 1 h. par 1 kilogr. de l'animal	0 840	0 687	1 170	0 242

On remarquera que l'oxygène absorbé n'a pas été employé tout à la formation de l'acide carbonique ; une fraction a servi à former d'autres combinaisons.

Une autre observation à faire sur ces chiffres, c'est qu'ils doivent dépendre tous de la température du milieu ambiant, que les expérimentateurs n'ont pas indiquée: il est à présumer qu'elle s'écartait peu de 20° à 25°, températures ordinaires des mois de juin et juillet.

Exhalation d'eau. — La peau du ver n'exhale pas seulement de l'acide carbonique, elle laisse encore exhaler une énorme quantité de vapeur d'eau.

Cette vapeur d'eau provient en partie de la combustion respiratoire, mais elle est aussi indubitablement le principal moyen par lequel s'échappe de l'organisme la plus grande partie de l'eau ingérée dans les voies digestives.

D'après Dandolo, 30,000 vers arrivés à maturité ont consommé effectivement, c'est-à-dire digéré, environ 420 kilog. de feuille fraîche (ou 14 gram. par ver) et laissé perdre de la même feuille sous forme de litière (dans les procédés ordinaires) plus de 300 kilog. Or, cette feuille fraîche renferme en moyenne 65 p. 100 d'eau ; les 30,000 vers, ne faisant aucun excrément liquide, doivent donc exhaler par la peau, de l'éclosion à la montée, 273 kilog. d'eau.

Si on veut répartir cette quantité entre les âges du ver, on peut partager la consommation totale, 420 kilog., en parties proportionnelles aux poids des repas servis effectivement à chaque âge, poids qui sont représentés à peu près par 3, 9, 28, 84 et 512; on a ainsi :

FEUILLE ingérée.		EAU CONTENUE 65 p. %		EAU EXHALÉE par jour.	
1er âge (5 jours).	2 k.	1 k.	30	0 k.	260
2e âge (4 jours).	6	3	90	0	975
3e âge (6 jours).	20	13	00	2	166
4e âge (7 jours).	56	36	40	5	200
5e âge (10 jours)	336	218	40	21	840
	420	273	00		

Il n'y a pas d'autre moyen économique d'éliminer toute cette vapeur d'eau, que d'opérer une ventilation énergique avec de l'air aussi sec que possible; cet air dissoudra, en passant, un certain poids d'eau et s'échappera au dehors. Mais l'action dissolvante de l'air dépend aussi de sa température [1]; au voisinage de 23° C., un mètre cube d'air ne peut en dissoudre que 20 gram. environ. De plus, il arrive fréquemment que l'air dont on dispose, c'est-à-dire l'air ordinaire du dehors ou des pièces attenantes à la magnanerie, est déjà à demi saturé; enfin il s'échappera le plus souvent avant sa saturation complète, de sorte qu'au lieu de 20 gram., on peut admettre que son effet utile se réduira, en moyenne, à emporter 5 gram. d'eau seulement; dans cette supposition, il faudrait, pour évacuer les poids d'eau calculés ci-dessus :

[1] Voici les poids de vapeur d'eau que peut dissoudre un mètre cube d'air, à saturation, aux diverses températures :

0 deg.	4 gr.	9	11 deg.	10 gr.	0	21 deg.	18 gr.	3
1 —	5	2	12 —	10	6	22 —	19	2
2 —	5	6	13 —	11	3	23 —	20	4
3 —	6	0	14 —	12	0	24 —	21	6
4 —	6	4	15 —	12	7	25 —	22	8
5 —	6	8	16 —	13	5	26 —	24	1
6 —	7	2	17 —	14	4	27 —	25	5
7 —	7	7	18 —	15	2	28 —	27	0
8 —	8	2	19 —	16	2	29 —	28	5
9 —	8	8	20 —	17	1	30 —	30	1
10 —	9	4						

Au 1er âge	52	mètres cubes d'air	en 24 h.
2e âge	195	—	—
3e âge	433	—	—
4e âge	1040	—	—
5e âge	4368	—	—

Mais les litières, pour peu qu'on les laisse s'accumuler, exhalent aussi des quantités considérables de vapeur d'eau; il pourra arriver, dans les cas les plus défavorables, qu'elles en fournissent autant que les vers ; il faudrait donc doubler les volumes d'air précédents.

Enfin, en supposant la présence constante d'un ouvrier dans la magnaerie,n il convient de lui attribuer environ 1,440 mètres cubes d'air en vingt-quatre heures [1]. On arrive donc en définitive aux chiffres suivants, comme représentant approximativement les volumes d'air nécessaires :

Au 1er âge	$52 \times 2 + 1440 =$	1544	m. cubes en 24 h.
2e âge	$195 \times 2 + 1440 =$	1730	—
3e âge	$433 \times 2 + 1440 =$	2306	—
4e âge	$1040 \times 2 + 1440 =$	3520	—
5e âge	$4368 \times 2 + 1440 =$	10276	—

Ainsi, en résumé, il convient que la ventilation de la magnanerie soit capable de fournir au dernier âge, par once et par vingt-quatre heures, environ dix mille mètres cubes d'air à un état hygrométrique moyen.

[1] Voici les données relatives à l'homme, empruntées à un travail de M. Wazon, intitulé *Chauffage et ventilation,* tom. IV de la collect. Lacroix : *Études sur l'Exposition de* 1878 :

Pendant une heure, un homme de 20 ans produit 58 grammes de vapeur d'eau s'il est en repos, et jusqu'à 118 grammes s'il travaille ; on peut prendre les chiffres de 60 gram. et 120 gram. comme des maxima. Quant à l'acide carbonique, il en exhale 15 à 20 litres dans l'état de repos et 40 litres pendant le travail. Il convient de lui accorder dans le premier cas 40 mètres cubes d'air et dans le second 80.

Si la capacité du local est de 100 mètres cubes, ce qui est suffisant pour une once, l'air en sera renouvelé cent fois en vingt-quatre heures, c'est-à-dire une fois tous les quarts d'heure. C'est justement le double du chiffre que nous avons trouvé en étudiant la ventilation au point de vue de la quantité d'oxygène utile. On voit par conséquent qu'il n'y aura pas à se préoccuper de ce dernier point si on a veillé à l'évacuation de l'humidité, puisque celle-ci exige une ventilation si énergique.

Cette condition, de *renouveler l'air intégralement tous les quarts d'heure*, est précisément celle que d'Arcet a prise pour programme dans ses recherches sur la ventilation des magnaneries ; nous verrons plus loin comment il a résolu ce problème.

Remarquons auparavant qu'elle ne s'écarte guère de celle que doivent s'imposer les architectes pour les salons de réunions, car, d'après le général Morin, le renouvellement doit s'y effectuer quatre ou cinq fois par heure. Néanmoins, le but qu'on poursuit n'est pas tout à fait le même dans les deux cas; pour les vers à soie, il s'agit en effet principalement d'évacuer de la vapeur d'eau : on recherche donc la sécheresse de l'air ; au contraire, pour l'homme, la considération de l'état hygrométrique ne vient que bien après celle de la pureté de l'air sous le rapport des miasmes, auxquels l'acide carbonique sert de mesure, à défaut d'autre.

Alimentation du ver à soie. — Parmi tous les aliments qu'on peut offrir aux vers, la feuille de mûrier est celui qu'ils préfèrent ; on n'aurait que de chétifs résultats en les nourrissant, comme l'ont fait quelques amateurs, de feuilles de ronce, de scorsonère, de laitue,

d'orme, de rose, d'érable, de camomille, de bignonia, etc.; cependant il paraît qu'aux États-Unis d'Amérique on emploie avec succès les feuilles de *maclura*, mais c'est un arbre épineux et de peu de produit, auquel le mûrier est préférable à tous égards.

Jusqu'à l'époque d'Olivier de Serres, le mûrier noir a été presque exclusivement cultivé en Europe pour l'élevage des vers à soie ; aujourd'hui, il est devenu rare ; le mûrier blanc l'a supplanté partout, sauf dans les pays chauds comme la Sicile, où la végétation trop hâtive du mûrier blanc l'exposerait trop aux gelées du printemps. En France, ce risque, quoique moindre, existe encore ; cependant on a préféré le mûrier blanc à cause de sa croissance rapide et de sa feuille plus abondante et plus délicate. Cet arbre a été importé du Levant à une époque assez récente, en 1434 en Toscane, et vers 1495 en France. Il y en a beaucoup de variétés : les plus précoces sont le *multicaule* et les *sauvageons ;* parmi les variétés plus tardives, on en distingue à feuille mince et fine, comme le *mûrier rose* et le *colomba*, et d'autres à feuilles épaisses, fortes et pesantes, comme le *mûrier romain*, le *mûrier d'Espagne*, etc.

Composition des feuilles de mûrier. — Les différences que peuvent présenter les feuilles de mûriers dépendent non seulement des variétés auxquelles appartiennent les pieds d'arbres qui les ont fournies, ainsi que de la nature du sol, des engrais, de l'époque de la taille, de l'exposition, mais encore de l'âge de ces feuilles et de leur situation sur les rameaux.

Par âge des feuilles, on veut dire le temps écoulé depuis qu'elles sont sorties des bourgeons. A mesure que

cet âge augmente, la proportion d'eau, qui pouvait s'élever d'abord jusqu'à 80 °/₀ du poids de la feuille, diminue jusqu'à 65 °/₀ ; en moyenne, on peut admettre que 100 kilogr. de feuilles fraîches laissent 26 à 29 kilogr. de matière sèche, et que celle-ci contient de 3 à 5 °/₀ de son poids d'azote.

La composition des parties solides change aussi, la proportion des éléments minéraux augmentant avec l'âge ; la feuille devient plus siliceuse, plus calcaire et relativement plus pauvre en acide phosphorique, en magnésie et en potasse. Voici, par exemple, les résultats trouvés par M. Péligot, en analysant les cendres de feuilles de mûrier rose greffé, récoltées le 28 avril, le 28 mai et le 10 juin, aux environs de Montpellier :

	28 avril.	28 mai.	10 juin.
Silice	5.6	15.6	20.6
Chaux	20.2	36.9	38.8
Phosphate de magnésie	22.7	13.2	13.3
Acide phosphorique	30.9	1.6	1.2
Acide carbonique, potasse, etc.	20.2	32.7	26.1

Entre les feuilles de la cime d'une branche et celles de la base, on trouve des différences analogues : ainsi, des feuilles cueillies le 5 octobre sur le même arbre ont donné à M. Péligot :

	Cime.	Bas des branches.
Silice	12.8	40
Chaux	28.2	31
Phosphate de magnésie	16.4	4
Acide phosphorique	1.6	»
Acide carbonique, potasse, etc.	41.0	24

Cette transformation d'une feuille riche en phosphate en une feuille surchargée d'éléments calcaires et siliceux est plus ou moins rapide, suivant l'activité de la

végétation. Le mûrier sauvageon donne l'exemple des différences les plus notables, soit entre les feuilles d'un même rameau, soit entre les feuilles cueillies à deux époques différentes; le mûrier rose et le multicaule présentent des différences moindres, comme on le voit par les chiffres suivants, tirés des Mémoires de M. Robinet (1840); ces chiffres indiquent la proportion °/₀ de matière solide des feuilles, le reste étant de l'eau :

	Sauvageon.	M. rose.	Multicaule.
Feuille cueillie le 13 juin......	34.0	32.8	30.5
— le 4 juillet......	38.8	33.2	32.1
Sommet d'un rameau (en juillet).	21.2	23.5	25.0
Base — — .	41.8	36.4	30.5

On voit par là combien il est difficile de comparer au point de vue alimentaire et de classer par ordre de mérite les diverses variétés de mûriers ; à une même date de l'année, ils ne sont pas à la même phase de leur végétation, et en outre on peut choisir des feuilles présentant des différences du même ordre. C'est probablement pour cela que les divers expérimentateurs ne s'accordent pas sur le choix des meilleures variétés. D'après Dandolo, la meilleure feuille, la plus nutritive sous un poids donné, est celle des sauvageons ; il a tiré une livre de cocons de 9 3/4 livres de cette feuille, tandis qu'il en fallait 13 1/2 de feuille de mûriers greffés, et en outre les premiers cocons étaient, dit-il, plus riches en soie que les derniers, dans le rapport de 7 à 6 ; les vers lui semblaient aussi d'une santé plus robuste. Au contraire, M. Robinet met en première ligne le mûrier rose et relègue bien loin le sauvageon ; mais il fait lui-même cette observation, que peut-être la feuille de sauvageon sur laquelle il a expérimenté était déjà trop âgée, trop dure,

trop indigeste, et qu'il est d'usage, dans le Midi, de la cueillir *pour commencer les éducations* et non pour les terminer ; cet usage, s'il en est ainsi, serait parfaitement judicieux : on devrait *commencer avec le sauvageon* et *continuer avec le mûrier rose.* Le multicaule, plus précoce encore que le sauvageon, s'incruste aussi lentement que le mûrier rose : il aurait donc l'avantage de pouvoir servir en tout temps, mais offrirait l'inconvénient d'être, à poids égal, notablement moins riche en éléments nutritifs que les deux sortes précédentes.

Ce n'est pas seulement la variété des plants de mûriers qu'il importe de considérer ; il faut aussi tenir compte des engrais plus au moins abondants qu'on aura fournis au terrain où ils végètent ; un sol fertile donne évidemment une feuille plus nourrissante qu'un sol épuisé.

Il faut enfin avoir égard à l'exposition du terrain, qui est plus ou moins favorable à la durée de l'insolation quotidienne des feuilles. En effet, M. Gasparin a trouvé que, toutes choses égales d'ailleurs, la feuille d'un pied exposé de toutes parts à la lumière, donnait 45 °/₀ de résidu solide, celle d'un pied ensoleillé seulement jusqu'à 1 h. du soir 36 °/₀, enfin celle d'un pied tenu toujours à l'ombre et frappé seulement par la lumière diffuse 27 °/₀.

Ce qui précède nous prouve déjà que toutes les parties solides des feuilles ne sont pas d'une égale importance. Pour distinguer parmi elles les éléments véritablement nutritifs, nous devons rechercher ce qu'elles deviennent, une fois ingérées par le ver.

C'est donc le choix effectué par l'organisme du ver à soie sur les diverses substances composant la feuille de mûrier qui nous apprendra quelles sont celles de ces substances dont il exige des doses plus ou moins élevées et

celles, au contraire, qu'il tend à éliminer sous forme de déjections.

Répartition des matières minérales. — Voici comment M. Péligot a effectué cette recherche pour ce qui regarde les matières minérales de la feuille. Il a soumis à l'incinération un poids de feuilles égal à celui qui a été distribué aux vers; il a ensuite pesé et analysé ces cendres aussi bien que les cendres laissées par les vers, par leur litière et par leurs déjections.

Voici des chiffres tirés du Mémoire de M. Péligot. Dans une éducation faite en 1851, il a donné à des vers, du 12 juin au 11 juillet, 1052 gram. de feuilles fraîches, représentant 265 gram. de feuilles à l'état sec. Les vers, qui ne pesaient au début que 1gr,078, pesaient à la fin de l'expérience 144gr,690 ; la différence, réduite à l'état sec, égale 20gr,160. On a enfin recueilli 136 gram. de litières sèches et 98 gram. de déjections sèches. En défalquant les litières, il reste :

				Cendres.
Feuille employée.	128gr,31	à 11,6 %	de cendres	= 15.0
Vers secs.......	20 16	à 9,0 %	—	= 1.9
Déjections......	98 00	à 13,8 %	—	= 13.5

Voici la répartition des matières minérales dans ces cendres :

	Feuilles.	Vers.	Déjections.
Silice.................	2.64	0.07	2.70
Acide carbonique.......	2.89	0.20	2.43
Acide phosphorique.....	1.55	0.55	1.03
Acide sulfurique.......	0.23	0.03	traces
Chlore.................	0.18	0.02	0.16
Oxyde de fer...........	0.09	traces	0.09
Chaux..................	3.95	0.15	4.01
Magnésie...............	0.87	0.17	0.85
Potasse................	3.76	0.68	2.29
	16.16	1.87	13.56

De la comparaison de ces résultats, il ressort que les substances trouvées en plus grande quantité dans les litières que dans les feuilles, et qui sont par conséquent éliminées, sont la *silice*, le *sulfate* et le *carbonate de chaux*; celles au contraire que les larves s'approprient sont : l'*acide phosphorique*, l'*acide sulfurique*, la *potasse* et la *magnésie*. Dès lors, on comprend la différence que les vers doivent trouver entre une feuille jeune, riche des éléments qu'ils recherchent, et une feuille vieille, surchargée de matières calcaires et siliceuses; c'est surtout quand ils sont jeunes, en plein développement, ayant besoin par conséquent d'aliments très nourrissants, que cette différence doit produire les effets les plus marqués.

Répartition des matières organiques. — M. Péligot a étudié de la même manière la répartition des matières organiques : deux lots de vers à soie ont été pris aussi identiques que possible ; l'un a été desséché et analysé, afin de retrancher les poids de ses éléments des poids auxquels ceux du second lot sont parvenus à la fin de l'expérience. Ce second lot a été nourri avec des feuilles pesées, et on a gardé des poids égaux des mêmes feuilles afin de les analyser ; finalement, on a recueilli les vers, les litières, les déjections, et on les a encore analysés. Parmi les diverses expériences citées par l'auteur, nous rapporterons la première, qui concerne l'éducation de 1851 déjà mentionnée plus haut :

Poids des feuilles (moins les litières).		128gr,31
Vers.....	20gr,16............	118 16
Déjections.	98 00............	
	Différence.........	10.15

Cette différence est due à l'acide carbonique produit

par la respiration des vers; seulement elle ne peut lui servir de mesure exacte, à cause des erreurs inévitables dans un si grand nombre de pesées.

Tableau de la composition en centièmes.

	Feuilles.	Vers.	Déjections.
Carbone...........	43.73	48.10	42.00
Hydrogène.........	5.91	7.00	5.75
Azote..............	3.32	9.60	2.31
Oxygène...........	35.44	26.30	36.14
Matières minérales...	11.60	9.00	13.80

Ce tableau permet de calculer la répartition cherchée, savoir :

	Feuilles.	Vers.	Déjections.
Carbone...........	56.41	9.69	41.16
Hydrogène.........	7.63	1.41	5.62
Azote..............	4.28	1.93	2.26
Oxygène...........	45.62	5.30	35.41
Matières minérales...	20.93	1.81	13.52
	128.87	20.14	97.97

On constate tout d'abord qu'il y a une *déperdition de carbone* égale à peu près à la moitié du carbone fixé par l'animal ; cette perte correspond à la *production d'acide carbonique* par la respiration.

Il y a également *perte d'hydrogène et d'oxygène* dans les proportions qui correspondent à la formation d'un certain poids de *vapeur d'eau.*

La quantité d'azote contenue dans les feuilles consommées paraît précisément égale à celle qu'on retrouve dans les vers et les déjections ; seulement celles-ci sont relativement *plus pauvres en azote* (2,31 °/₀ au lieu de 3,32 °/₀), tandis que *c'est l'inverse pour les vers* (9,60 °/₀

au lieu de 3,32 %). La différence serait encore plus marquée si l'on prenait des vers à la montée ; étant dépouillés par d'abondantes déjections, ils contiennent alors 12 à 14 % d'azote.

Enfin les matières minérales de la feuille (11,6 %) ont été éliminées en partie par les vers, qui n'en ont plus que 9 %, et sont accumulées dans les déjections (13,8 %).

Ces déjections sont plus oxydées que les vers et que les feuilles. Si, au lieu de vers de composition moyenne, il s'agissait de vers prêts à filer, le chiffre de 9 % de cendres se réduirait à 4 %, et ces cendres auraient la composition :

Phosphate de magnésie et acide phosphorique...	40.7
Chaux....................................	14.1
Phosphate et carbonate de potasse.............	45.2

Par compensation, la proportion des cendres des déjections s'élèverait jusqu'à 18 et même 24 %.

Ces restrictions n'ôtent rien à l'intérêt des conclusions générales formulées plus haut ; elles montrent seulement, comme l'a fait du reste remarquer M. Péligot, que les chiffres cités ont une valeur seulement relative, et non pas absolue et constante.

Les phénomènes chimiques accomplis durant la digestion des feuilles dans l'estomac du ver nous sont inconnus. On sait seulement que le suc gastrique est très riche en carbonate de potasse.

On ignore également l'effet que produisent les ingrédients divers dont on a eu parfois l'idée de saupoudrer la feuille, soit en vue de guérir quelque maladie, soit pour fortifier l'animal ou rendre la sécrétion soyeuse plus

abondante. Rien n'est resté de tous les essais tentés dans cette voie, si ce n'est qu'on a constaté l'indifférence, ou, si l'on veut, la voracité avec laquelle le ver avale indistinctement une foule de produits : sel, sucre, alcool, cendres, poussières minérales diverses.

Consommation totale de feuille.— Le poids total de feuille consommée par un ver, de l'éclosion à la montée, se déduit des quantités trouvées par les éleveurs praticiens qui ont opéré sur les vers issus de 25 gram. de graine. L'un des plus exacts, Dandolo, dans une expérience faite en 1813, a trouvé que les vers qui lui avaient produit 57 kilogr. de cocons, et dont le nombre était d'environ 27,000, avaient mangé 360 kilogr. de feuille. Cela fait $13^{gr},33$ par chaque ver.

Ce chiffre correspond aux conditions ordinaires de la pratique, mais il n'a rien d'absolu. Ainsi on a reconnu qu'à partir du cinquième jour après la 4ᵉ mue, on peut faire jeûner les vers : ils mûrissent quand même, et font un cocon, mais ce cocon est naturellement plus léger que si le ver avait mangé à sa fantaisie ; aussi c'est une mauvaise économie que d'épargner la feuille, et on ne le fait que contraint par la nécessité.

Maturité du ver.— Sept ou huit jours après la 4ᵉ mue, le ver atteint son poids maximum, qui égale environ $3^{gr},5$ pour les petites races, 4 gram. pour les races moyennes, et dépasse $5^{gr},5$ pour celles de plus grande taille.

A partir de ce moment, il ne mange plus guère et semble surtout occupé à digérer ; ses réservoirs soyeux se gonflent et s'agrandissent jusqu'à occuper la majeure partie de la cavité du corps dans les six premiers anneaux

de l'abdomen. La teinte verte de la feuille, qui se voyait sous le blanc perlé de la peau, disparaît graduellement à mesure que cette feuille est évacuée à l'état d'excréments, et le corps tout entier, selon l'expression d'Olivier de Serres, transluit *comme un raisin mûrissant*. Quand les dernières portions de feuille sont expulsées, une grosse goutte d'un liquide alcalin les accompagne ; c'est l'unique moment où le ver à l'état sain rejette un excrément liquide.

D'après M. Péligot, cette matière est formée de bicarbonate de potasse pur.

En cet état, le ver est arrivé à maturité. Par suite de l'évacuation des excréments et de l'usure des tissus (autophagisme), son poids a diminué de près d'un gramme ; son corps aussi s'est aminci et allongé.

Confection du cocon.— Devenu mûr, le ver refuse la feuille ; il vague çà et là, en agitant sa tête et allongeant le museau comme s'il cherchait à s'élever au-dessus de la litière ; effectivement, dès qu'il rencontre une paroi verticale, il monte, tant qu'un obstacle ne l'arrête pas ; chemin faisant, il vomit son fil soyeux, qui s'attache aux aspérités des corps environnants et se durcit quasi immédiatement. On voit des vers perdre ainsi de côté et d'autre toute leur soie ou en revêtir des surfaces planes ; ces vers irréguliers sont appelés *vers tapissiers* ; ils deviennent *courts* et se chrysalident à nu ou bien périssent. Mais d'ordinaire, à force d'errer et de balancer sa tête de tous côtés, le ver rencontre un coin favorable pour l'installation de son cocon ; on lui facilite cette recherche en plantant des rameaux de bruyère sur les claies : il tend alors autour de lui un réseau irrégulier de fils qu'on appelle la *blase* ou la *bourre*, et délimite ainsi un espace

ovoïde où son corps demeure enfermé, espace qu'il continue à tapisser activement ; au bout de cinq à six heures de travail, la forme précise du cocon se trouve indiquée; la soie qui constitue ces premières couches est blanche, même chez les races à cocons colorés. Bientôt, le ver continuant à déposer son fil soyeux en nombreux replis à l'intérieur de cette loge, l'épaisseur du cocon devient assez grande pour dérober l'animal à la vue ; le troisième jour, si la température est convenable, le cocon est terminé.

Sécrétions diverses. — Nous avons vu déjà, en parlant des fonctions de la peau, que cette partie du corps doit compter parmi les organes sécréteurs les plus importants.

Les tubes urinaires, ou tubes malpighiens, ont été également mentionnés, ainsi que les glandes salivaires et celles de l'estomac. A côté de toutes ces glandes, il faut placer celles de la soie.

Sécrétion de la soie.— Si l'on étudie le développement des glandes soyeuses dans l'embryon, on voit que ces organes sont homologues des glandes salivaires et des trachées.

La soie est, pour l'animal, une sorte d'excrétion dont il se débarrasse, à un moment donné, pour ainsi dire en une seule fois, au lieu de la déverser à mesure qu'elle se forme. Il ne serait pourtant pas exact de dire que toute la soie produite sert à la formation du cocon. En effet, à peine le ver est-il éclos que déjà ses glandes soyeuses fonctionnent ; il émet quelques fils de soie. Il en émet encore à toutes les mues, pour amarrer sa dépouille aux corps voisins.

Cependant, jusqu'à la 4e mue, les lobes soyeux sont assez peu développés ; ils ne pèsent que $0^{gr},01$ chez un ver sortant de 4e mue, dont le poids est de 1 gram. Il y a loin de là à l'énorme dimension qu'ils atteignent quand la maturité approche ; chez un ver mûr pesant de 3 gram. à 4 gram., leur poids peut dépasser $0^{gr},80$; celui de la soie évacuée est encore plus grand que ces chiffres ne l'indiquent : M. Péligot a observé en effet que, chez des vers mûrs dont les lobes pesaient à l'état sec $0^{gr},10$, le poids moyen de la soie d'un cocon s'élevait à $0^{gr},16$. Cette augmentation du poids de la soie vient, dit-il, de ce que la sécrétion se continue durant le temps même de la confection du cocon, ou peut-être encore d'une oxydation du fil à sa sortie de la trompe soyeuse.

Il est difficile d'expliquer le durcissement du fil soyeux dans son passage par les tubes excréteurs ; y aurait-il là quelque sécrétion particulière agissant sur la soie, ou bien serait-ce l'office des petites glandes de Filippi ? Ce qu'il y a de sûr, c'est que, dans les réservoirs, la matière soyeuse est une masse gluante sans consistance. Si on crève leurs parois sous l'eau, cette masse s'écoule comme un liquide visqueux, qui se durcit en bloc, sans la moindre trace de structure filamenteuse. Plongés dans l'acide acétique étendu, les lobes soyeux durcissent peu à peu, et peuvent, à un certain moment, être distendus chacun en un fil assez long, très tenace, connu des pêcheurs à la ligne sous le nom de *crin de Florence*; dans cette opération, la partie périphérique, le grès, est arrachée ; il ne reste que l'axe de fibroïne.

Nous renvoyons à la troisième partie de cet ouvrage les détails relatifs aux fils de soie et aux cocons.

Fonctions de relation.— Dans l'état de domesticité où nous avons réduit les vers à soie, ils ne quittent jamais les litières de feuilles de mûrier, sauf quand ils sont mûrs, prêts à filer, ou qu'ils sont atteints de quelque maladie mortelle ; parfois aussi quelques-uns vont muer à une faible distance de ces litières.

Quand on les nourrit sur des branchages, on constate qu'un grand nombre se laissent tomber ou ne vont pas à la recherche de la feuille, comme le feraient des chenilles sauvages.

Ce n'est qu'à la montée à la bruyère qu'ils semblent retrouver un peu d'agilité ; encore y en a-t-il toujours quelques-uns qui tombent, ne sachant pas se cramponner aux brindilles des cabanes.

Mais dans la confection du cocon ils font preuve d'un si merveilleux instinct qu'on n'oserait plus les taxer de stupidité. Quelquefois ils se mettent deux ou trois dans un même cocon ; il y a des races où ces cocons, appelés *doubles*, sont assez fréquents pour diminuer de beaucoup la valeur de la récolte.

Les organes du toucher, dans les vers, sont principalement les extrémités des antennes, des palpes maxillaires et des palpes labiaux ; là se trouvent des poils courts qui ont à leur base des filets nerveux. Il est probable que sur toute la surface du corps on rencontrerait des poils analogues, mais plus clairsemés.

Le goût est localisé sur les parois de la bouche.

L'odorat, s'il existe, doit avoir pour siège l'orifice buccal ou les stigmates. En tout cas, il n'est pas d'une grande délicatesse, car on peut nourrir les vers dans une épaisse fumée aussi bien que dans des vapeurs de chlore, d'acide sulfureux, etc., qui seraient insupportables pour nous.

L'ouïe paraît nulle ; les bruits les plus intenses n'émeuvent les vers en aucune manière. Quand on accuse le tonnerre de les troubler à la montée, on attribue à ce bruit un effet qui est dû à la diminution de pression ou à la stagnation de l'air.

Quant aux yeux, on ne saurait dire s'ils en font réellement usage pour distinguer les objets, même à de courtes distances ; la lumière ne les attire ni ne les repousse. On croirait parfois qu'ils fuient les embrasures des fenêtres ; mais, si on les abrite bien des courants d'air et des rayons calorifiques du soleil, ils cessent de manifester aucune répulsion pour ce côté de leurs claies.

III. — Maladies de la Larve.

Éventualité de maladies diverses.— Il n'est malheureusement pas rare que les vers à soie, en dépit de tous les soins, deviennent malades et périssent dans un court délai, comme si quelque peste les avait frappés ; une telle éventualité est même considérée comme assez probable pour constituer un obstacle sérieux au développement de l'industrie séricicole dans nos contrées.

Nous n'avons de procédés curatifs pour combattre aucune des maladies auxquelles ces insectes sont sujets, mais en revanche nous possédons des moyens préventifs très efficaces contre la plupart d'entre elles, et le talent du magnanier consiste, pour une bonne part, à mettre ces moyens en pratique. C'est ce qu'il fera d'autant mieux qu'il aura mieux compris la nature des maladies dont il s'agit, et surtout leur mode de propagation. Nous allons donc étudier succinctement les principales de ces mala-

dies, savoir : la *Muscardine*, la *Pébrine*, la *Flacherie* et la *Grasserie*.

Muscardine. — Un ver à soie atteint de muscardine conserve, même quand sa mort est imminente, les apparences de la santé ; cependant son corps est mollasse et de couleur légèrement rosée. Son sang devient très acide et les battements du vaisseau dorsal plus accélérés qu'à l'état normal. Une fois mort, il durcit, en conservant les empreintes des formes environnantes : on dirait une pétrification ; sa couleur, dans un air sec, devient brunâtre ; mais dans un air humide, par exemple sous les litières, il se revêt d'une moisissure blanche. Lorsque l'animal meurt à l'état de chrysalide, celle-ci devient aussi dure et sèche, et sonne dans le cocon comme le ferait un caillou ; à l'air humide, elle blanchit aussi, comme le ver. Cet aspect praliné des muscardins leur a valu le nom vulgaire de *dragées*.

Ces faits bizarres, signalés par Vallisneri dès 1725 et longtemps inexpliqués, sont devenus intelligibles depuis la découverte du Dr Bassi. En 1835, ce savant démontra que les efflorescences blanches dont nous venons de parler ne sont autre chose que les filaments fructifères d'un champignon microscopique, dont la végétation souterraine s'accomplit dans le corps de l'animal. Ce champignon a été nommé *Botrytis bassiana* [1].

[1] Le genre *Botrytis* a été défini comme il suit par Corda (1842) : Flocci sporidiiferi erecti septati ramosi ; ramis ramulisque septatis ; capitulis sporarum nullis. Sporæ acrogenæ homogenæ, solitarim evolutæ, simplices, continuæ, ad apices vel latera ramulorum irregulariter accumulatæ vel inspersæ. — Montagne a ensuite caractérisé l'espèce *B. bassiana* : Botrytis Bassiana, floccis fertilibus candidis, erectis, simplicibus, dichotomis, breviter ramosis, ramis sparsis sporidiiferis, sporidiis globosis, circà apices ramorum parce collectis, tandem capitato-conglomeratis.

Balsamo Crivelli, Montagne, Audouin, Vittadini, l'ont étudié minutieusement.

On a reconnu que des myriades de semences ou *spores* dont le diamètre est de 2 millièmes de millimètre, s'échappent des efflorescences blanches, emportées par l'agitation de l'air ; que ces spores, tombant sur des vers sains ou sur la feuille qu'ils mangent, trouvent fréquemment des conditions favorables à leur développement, de telle sorte que les filaments qui sortent de ces spores traversent les membranes du ver, grandissent aux dépens de ses tissus, notamment du tissu graisseux, et produisent dans tout le corps une foule de petits bulbes ou *conidies*

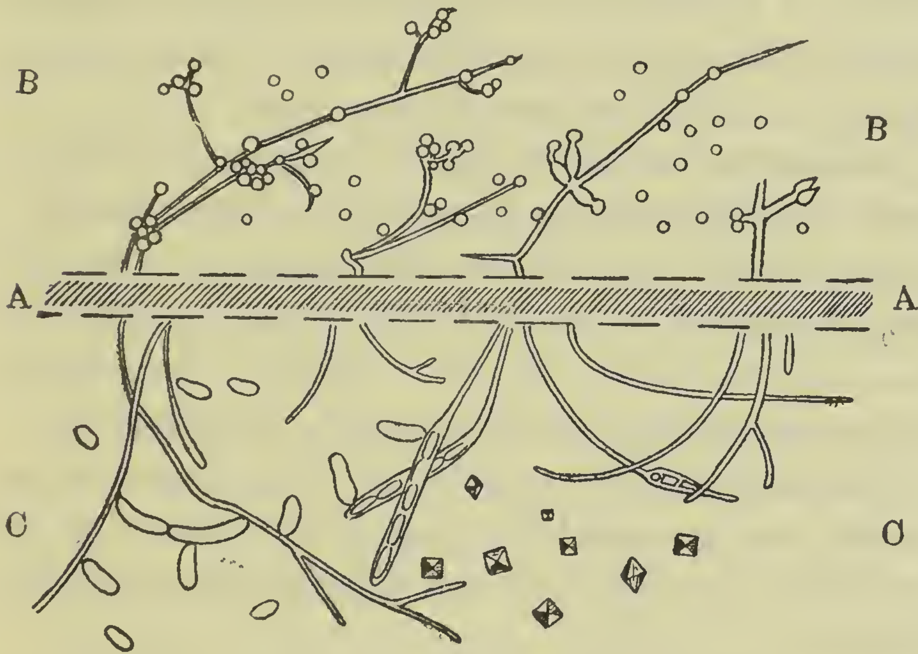


Fig. 7. — Dessin schématique de la végétation du *Botrytis bassiana*
Grossissement : 500 diamètres.
A A, Épaisseur de la peau. — **B B**, Filaments fructifères et spores. — **CC**, Mycélium, conidies et cristaux.

capables d'émettre à leur tour de nouveaux filaments. A part la matière soyeuse, qui en demeure exempte, et peut-

être aussi le sang, toutes les parties se bondent de ces filaments, qu'accompagnent aussi de nombreux cristaux octaédriques. Le sang d'ailleurs devient de plus en plus rare et fortement acide ; une goutte séchée sur une lame de verre donne des cristaux en forme de losange, comme ceux d'acide urique.

Le ver une fois mort, le champignon émet à l'extérieur des filaments fructifères blancs, d'aspect cotonneux, qui bientôt se chargent de spores semblables à celles qui ont été le point de départ de la maladie.

D'après Montagne, les spores se forment à l'intérieur des filaments fructifères et s'échappent de leur extrémité en se revêtant d'une membrane visqueuse, grâce à laquelle elles restent groupées par deux, trois, quatre, au bout ou le long des filaments principaux.

La formation de ce champignon n'est pas le dernier terme des altérations que présentent les vers muscardinés; si, en effet, on enlève les efflorescences du champignon, le cadavre se couvre encore d'une poussière saline dont la nature est mal déterminée (phosphate ammoniaco-magnésien ? alloxanate d'ammoniaque ?).

Toutes les chenilles, en général, et beaucoup d'autres insectes sont susceptibles de périr de la maladie de la muscardine, en offrant les mêmes phénomènes que le ver à soie.

Pour que le botrytis se développe sur un de ces animaux, il ne paraît pas nécessaire que le sujet en question soit préalablement affaibli par une indisposition quelconque : les plus robustes en sont atteints comme les autres ; seulement on conçoit qu'il y en ait quelques-uns qui résistent plus que d'autres à cet envahissement. La quantité des spores, leur état de végétation, le degré de chaleur et

d'humidité de l'air doivent aussi amener des différences dans les effets obtenus; c'est pourquoi certains auteurs ont soutenu que la muscardine n'est pas contagieuse; elle l'est évidemment, d'après ce qui précède, et au plus haut degré.

Le mal se répand à distance par la dissémination des spores; par conséquent un ver muscardin n'est dangereux pour ses voisins que quand son cadavre a blanchi.

Il paraît qu'un air chaud et sec est une condition très favorable à la dissémination du champignon.

Entre l'époque de la chute des spores et celle de la mort des vers, il s'écoule généralement un intervalle d'une dizaine de jours : si donc la montée à la bruyère doit avoir lieu avant cette limite de temps, la récolte de cocons sera obtenue comme si les vers n'étaient pas malades, mais la mort les frappera dans ces cocons, qui dès lors n'auront pas le poids accoutumé. Les spores peuvent aussi être inoculées à l'aide d'une piqûre, et alors l'animal meurt au bout de trois ou quatre jours seulement.

La faculté de germer se conserve chez les spores pendant trois années au moins. Elles sont capables de germer et de fructifier même sur des corps non organisés : sucre, gomme, colle, etc.

On ne connaît aucun moyen de guérir les vers une fois qu'ils sont envahis par le botrytis. Par conséquent, tous les efforts doivent tendre à prévenir cette maladie, ce qui ne peut se faire qu'en détruisant exactement tous les germes du fatal champignon dans le local où on élève les vers.

C'est une tâche heureusement assez facile, car le gaz acide sulfureux a la propriété de tuer spores et filaments;

si donc on développe ce gaz en quantité suffisante dans l'atmosphère de la magnanerie, la plus grande partie des champignons seront anéantis. Pour cela, avant l'éducation, on n'a qu'à brûler dans le local, préalablement blanchi à la chaux et clos aussi exactement que possible, pour 100 mètres cubes, 2 à 3 kilog. de soufre pilé avec 200 à 300 gram. de salpêtre. Si au cours de l'élevage on voit un ver se muscardiner, on enlève les litières très soigneusement, en faisant le moins de poussière possible; puis, chaque jour après l'un des repas, on brûle, pour 100 mètres cubes de capacité, 25 à 30 gram. de soufre pilé avec 2 ou 3 gram. de salpêtre. On peut se servir à cet effet de poêlons en terre commune, qu'on met, de peur d'incendie, sur un lit de sable ou de terre assez épais.

Des fumigations de chlore produiraient la même action; on pourrait aussi employer la fumée du bois vert. Les vers ne souffrent d'ailleurs aucunement de ces diverses émanations.

Il n'y a pas lieu de poser la question de la transmission de la muscardine par hérédité, puisque tout ver muscardiné meurt avant d'arriver à l'état de papillon.

Pébrine. — La maladie de la pébrine est indiquée extérieurement par le dépérissement et l'inégalité des vers ; ils deviennent *petits*, c'est-à-dire que, mangeant peu, ils ne grossissent pas autant qu'à l'état normal. Au bout de quelques jours, on voit fréquemment des taches noires apparaître sur la peau, semblables à des piqûres ou à des brûlures (v. fig. 8); la pointe de l'éperon, les crochets des fausses pattes, les parties molles interannulaires, sont surtout le siège de ces taches noires. A l'inté-

rieur du corps, l'observation microscopique permet de reconnaître la présence d'innombrables corpuscules ovoï-

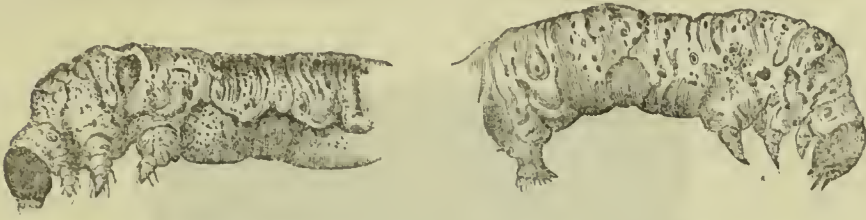


Fig. 8. — Vers tachés de pébrine, d'après L. Pasteur. — Grossissement 2/1.

des (v. fig. 9), remplissant les cellules des parois stomacales, celles des glandes soyeuses, les muscles, le tissu



Fig. 9. — Corpuscules de la pébrine. — Grossissement : 500 diam.

graisseux, la peau, les nerfs, en un mot toutes les régions du corps; souvent il y en a tant que les cellules des glandes soyeuses en deviennent boursouflées, blanches (v. fig. 10), et paraissent à l'œil nu parsemées de taches crayeuses : le liquide soyeux en demeure toujours exempt, mais il est beaucoup moins abondant que dans l'état de santé.

Les corpuscules, observés dès 1849 par M. Guérin-Méneville, ont été étudiés par une foule de savants, notamment de Filippi, Cornalia, Frey, Lebert, Vlacovich, Vittadini, Pasteur, Balbiani : on les considère aujourd'hui

comme étant des algues parasites unicellulaires qui appartiendraient au genre des *psorospermies*, section des *microsporidies* (Balbiani). Leur grand axe est d'environ 3

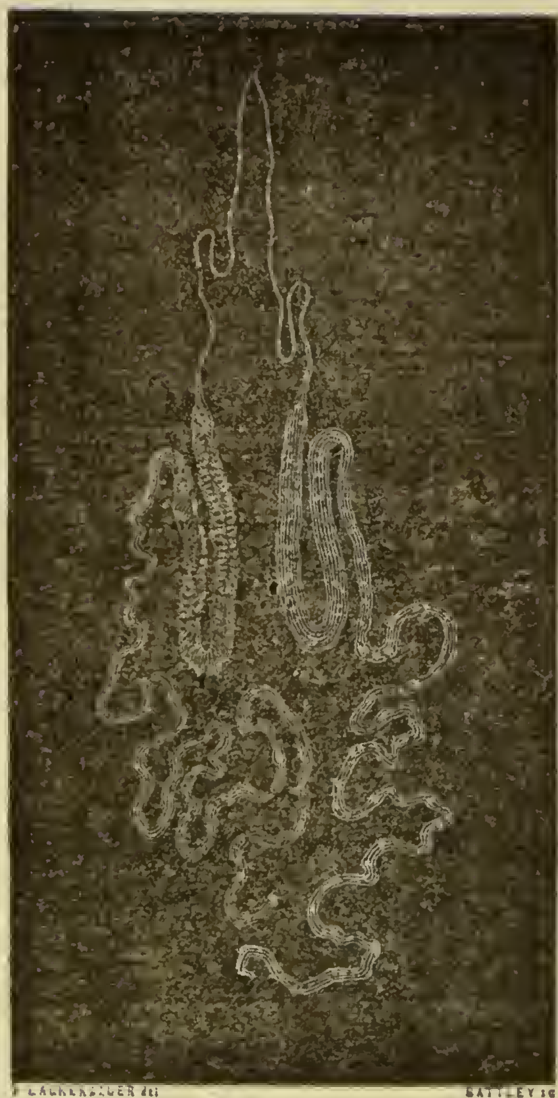


Fig. 10 — Glandes de la soie dans un ver très corpusculeux, d'après L. Pasteur. — Grossissement 2/1.

à 4 millièmes de millimètre; le petit axe est moitié plus court. Ni les acides ni les alcalis, à l'état dilué, ne les dissolvent. A l'état jeune, ils sont très pâles; plus tard, ils semblent massifs et réfractent vivement la lumière. Quel-

ques-uns, dans l'estomac des vers, affectent la forme de poires.

Vlacovich a calculé qu'il en faudrait plus de quatorze millions pour occuper l'espace d'un millimètre cube.

La surface des microsporidies est entièrement lisse. La membrane enveloppante renferme une masse sarcodique qui, d'après M. Balbiani, peut s'en échapper par une ouverture produite à l'un des pôles. Cette masse, douée de mouvements amiboïdes, serait une sorte de matrice pour les nouveaux corpuscules : « En effet, dit M. Balbiani, on y voit d'abord apparaître de petits globules pâles, qui grossissent et se transforment en corps ovalaires ou pyriformes, mais toujours plus larges que les corpuscules mûrs : ce sont les jeunes spores. Dans ces spores, on voit se former une ou deux grandes vacuoles pâles; puis les spores se condensent, prennent plus de consistance ; les vacuoles s'effacent et tout le sarcode disparaît, absorbé par les éléments qui se sont formés dans son sein. Il ne reste alors qu'un petit amas de spores mûres qui s'éparpillent dans tous les sens, en raison de ce que la masse sarcodique disparue ne peut plus les retenir. Ils vont donc se développer ailleurs en d'autres masses sarcodiques, et c'est ainsi que l'organisme tout entier du ver se remplit de proche en proche de microsporidies. »

C'est toujours par le tube digestif de l'animal que le parasite s'introduit. Il suffit que la feuille de mûrier servie à des vers sains soit salie au moyen d'une bouillie contenant des corpuscules frais, pour que ces vers, au bout de cinq ou six jours, offrent tous les signes du mal. On ignore cependant comment la pénétration du corpuscule s'effectue à travers la cuticule anhiste de l'estomac.

M. Pasteur, qui a fait le premier des expériences de contagion de cette sorte, a reconnu que les vers infectés après la quatrième mue font néanmoins leurs cocons ; mais les papillons qui en sortent sont horriblement corpusculeux et un grand nombre de leurs œufs, portant en eux les germes de l'infection, périront infailliblement lors de leur éclosion ; ils seront en même temps des causes de contagion pour les vers voisins, lesquels, infectés de très bonne heure, périront avant la montée.

On voit par là combien il importe de n'avoir dans une éducation aucun ver pébriné ; par leurs déjections, par les débris de leurs cadavres, ils propagent le mal autour d'eux. On comprend aussi à quel point les papillons corpusculeux, par les graines infectées qu'ils produisent, deviennent des agents efficaces de propagation pour cette terrible maladie, dans tous les pays où ces graines sont élevées. Aussi les agglomérations trop vastes et les grainages mal faits ont-ils été, de 1845 à 1865, les principales causes de l'extension de la pébrine dans tous les pays d'Occident.

Les poussières corpusculeuses, après la dessiccation qu'elles subissent naturellement à l'air, deviennent impropres à propager la pébrine d'une année à l'autre.

On ne connaît aucun moyen d'arrêter les progrès de la maladie corpusculeuse dans les organes d'un ver, une fois qu'il est envahi par ce parasite. En revanche, des procédés préventifs d'une efficacité certaine ressortent des observations qui précèdent, et la démonstration de ces procédés par M. Pasteur est un de ses titres de gloire. Ces procédés consistent à n'élever que *des graines absolument pures de corpuscules*, *dans des locaux purifiés et isolés*.

La préparation de telles graines se fait au moyen de la ponte en cellules et de la sélection microscopique des papillons : nous en donnerons plus loin tous les détails.

Le nettoyage des locaux s'effectue en lavant les murs, les plafonds, les claies, étagères et ustensiles servant aux vers, avec un lait de chaux fraîchement préparé ou une solution de sulfate de cuivre, ou encore par des fumigations de chlore. Le chlore a l'inconvénient de corroder les métaux, mais il est très actif pour détruire les corpuscules. Pour le produire d'une façon commode, on prépare un grand baquet d'eau acidulée, et, au moment de sortir du local où on l'a placé, on y dépose un nouet de toile grossière contenant du chlorure de chaux serré en masse assez compacte ; l'acide pénètre peu à peu jusqu'au centre du nouet et fait dégager le chlore à l'état gazeux.

L'isolement de la chambrée s'obtient en l'installant loin des magnaneries suspectes d'infection, en n'y laissant point pénétrer les personnes qui sortent de ces dernières, ni les feuilles des mûriers situés dans leur voisinage. Le vent peut, à la vérité, apporter de loin des poussières corpusculeuses, mais il y a peu de probabilité que cet accident arrive avant la 4e mue ; après cette époque, les cas de pébrine qui en résulteraient ne compromettraient pas la récolte des cocons et ne porteraient préjudice qu'à leur qualité pour le grainage.

Ces moyens bien simples ont été appliqués depuis 1865 dans nos départements du Midi, et, grâce à eux, la pébrine a déjà disparu d'un grand nombre de localités où elle était jadis une cause de ruine ; elle n'existe plus que là où on néglige de la combattre.

Quand les graines qu'on veut élever ont été faites sans

le secours de la sélection, comme c'est le cas pour les cartons du Japon par exemple, il est bon d'en étudier une centaine d'œufs au microscope, après avoir amené ces œufs au point d'être prêts à éclore : suivant la proportion des sujets corpusculeux qu'on y trouve, on préjuge de la qualité de la graine à ce point de vue; cette méthode, employée dès 1859 par Vittadini et Cornalia, est encore pratiquée en Italie.

Enfin si, malgré toutes les précautions employées, la pébrine apparaît dans une éducation, on profite d'une mue pour séparer les retardataires, qu'on jette au fumier, et on accélère la marche des vers qu'on a conservés, en chauffant, nourrissant copieusement, délitant souvent et donnant beaucoup d'espace. M. Pasteur a prouvé en effet que l'espacement, produisant plus d'isolement pour les vers, suffirait à la rigueur à lui seul pour amener à bonne fin les sujets demeurés sains. On ne saurait donc trop le recommander, depuis le commencement jusqu'à la fin de l'éducation.

Flacherie. — Gattine. — Une troisième sorte de maladie, la *flacherie* ou maladie des *morts flats*, peut affecter les vers à soie. Non moins meurtrière que la pébrine et que la muscardine, elle est encore plus redoutée des éleveurs, à cause de la rapidité extrême de ses dégâts et aussi de l'incertitude qui plane sur ses causes premières.

En général, voici comment elle se présente : les vers arrivés à toute leur grosseur, ou même déjà au pied de la bruyère, deviennent languissants, paresseux dans leurs mouvements, puis s'allongent aux bords des claies ou le long des rameaux (v. fig. 11) dans une immobilité complète; les battements du vaisseau dorsal se ralentissent

peu à peu ; quelques vers font des excréments semi-liquides qui salissent l'orifice anal, et, en se desséchant, le ferment tout à fait. En cet état, on les croirait encore



Fig. 11. — Vers atteints de flacherie, d'après L. PASTEUR.

vivants lorsque déjà beaucoup sont inertes et sans vie ; peu d'heures après, les cadavres se comptent par centaines. Ces cadavres, d'abord assez fermes, deviennent rapidement flasques, puis tout à fait mous, en noircissant à la surface, exhalant une odeur infecte, en un mot

présentant tous les signes de la putréfaction. Il n'est pas rare que la chambrée entière périsse de la sorte en un seul jour ; d'autres fois le mal progresse plus lentement ; mais, dans tous les cas, la récolte en cocons est singulièrement réduite ; la mortalité se poursuit même dans les chrysalides, dont beaucoup pourrissent en salissant les cocons ; on donne à ceux-ci le nom de *fondus*.

Ces caractères de la maladie des morts flats sont tellement apparents qu'ils ont frappé les plus anciens observateurs : Boissier de Sauvages (1765), Nysten (1808), les ont décrits, et ils n'ont pas manqué non plus de remarquer que l'encombrement, le défaut de l'air, la chaleur humide, sont des conditions favorables au développement de ce fléau.

Mais l'étude approfondie des symptômes de la flacherie est de date récente ; c'est en 1867 qu'elle a été commencée par M. Pasteur. D'après cet illustre savant, lorsque la mortalité par flacherie règne dans une chambrée, la plupart des vers qui sont encore vivants, mais déjà languissants, ont cessé d'accomplir d'une manière normale la digestion de la feuille qui remplit leur tube digestif ; cette feuille est en train de fermenter ou même de se putréfier. La fermentation susdite est identique à celle qui survient dans une bouillie ou une décoction de feuille de mûrier abandonnée à l'air libre dans un vase de verre ; elle est due au développement d'un organisme microscopique spécial, véritable ferment formant des chapelets de grains dont chaque article n'a pas plus d'un millième de millimètre de long (v. fig. 12). Quant à la putréfaction, elle est causée par des myriades de vibrions bacillaires ou de microbes punctiformes qui s'agitent avec vivacité dans le liquide qui humecte les fragments

de feuille dans l'estomac. Ainsi, des vers ayant encore extérieurement l'aspect de la santé ont déjà tout leur intérieur dans un état d'altération très grave ; cette alté-



Fig. 12. — Organismes de la flacherie.— Grossissement : 500.
A, Ferment en chapelet de grains. — **B**, Vibrions.

ration gagne rapidement la périphérie, et la mort de l'animal semble survenir d'une façon soudaine. Inutile de dire que tous les cadavres sans exception sont remplis de ferments en chapelet et de vibrions.

Ce mal est contagieux au dernier point. Si on met des vers mourants par flacherie parmi des vers sains, un grand nombre de ceux-ci offrent bientôt les mêmes signes de maladie.

Il en est de même si on fait manger à des vers sains des feuilles salies par des matières puisées dans l'estomac d'un ver flat, ou par ses excréments, ou encore par une bouillie de feuille de mûrier en fermentation, ou enfin par une matière putride quelconque. Il résulte évidemment de là que c'est aux organismes microscopiques de la fermentation et de la putréfaction qu'on doit attribuer les désordres survenus dans l'estomac des vers, d'où résulte fatalement leur mort. La présence de vers qui résistent à la contagion ou à l'infection artificielle est d'ailleurs facile à expliquer. En effet, les liquides sécrétés par les glandes salivaires et stomacales agissent pour empêcher la multiplication des ferments et des vibrions, peut-être même pour les tuer tout à fait. Ce n'est donc

que quand ces liquides sont insuffisants en quantité ou en qualité que les organismes microscopiques prennent le dessus; jusque-là, il n'y a pas, à proprement parler, *maladie*.

Aussi ne pouvons-nous accepter l'opinion de l'École italienne, qui attribue la dénomination de flacherie à un état maladif des vers qui précéderait l'apparition des organismes. Assurément un tel état peut exister, il existe même certainement quand la graine a été mal conservée; mais tant que les organismes n'ont pas surmonté la résistance, si faible qu'elle soit, que leur opposent les sécrétions du ver, il n'y a pas de flacherie caractérisée. A l'appui de cette manière de voir, nous avons, non seulement l'autorité de M. Pasteur, mais encore les observations d'un savant médecin d'Apt, M. de Ferry de la Bellone, lequel a constaté que l'opacité de la tunique intestinale des versflats est due à un amas considérable de ferments en chapelets de graines : cette opacité est donc consécutive à l'apparition des ferments; en second lieu, M. de Ferry a reconnu qu'en injectant par l'anus à des vers sains quelques gouttes des liquides fermentés ou putrides propres à déterminer la flacherie, les vers succombent *sans exception*, avec les signes ordinaires de cette maladie; dans ces conditions, en effet, la résistance à l'infection est nulle, et les exceptions signalées plus haut n'auraient pas de raison d'être.

L'explication de la flacherie par la multiplication des organismes n'offre pas seulement l'avantage de coordonner d'une manière satisfaisante pour l'esprit tous les faits connus; elle nous conduit encore à prévoir les circonstances où cette maladie pourra éclater, et les moyens d'y faire obstacle autant que possible.

En effet, il n'y a pas autre chose ici qu'une lutte pour l'existence entre le ver d'une part, et, de l'autre, les organismes qui souillent la feuille ingérée. Toutes les conditions propres à débiliter le ver ou à augmenter la quantité des organismes ingérés, seront favorables à la flacherie ; les conditions inverses seront au contraire celles qu'il faudra réaliser pour le bon succès des éducations.

Or, ne voyons-nous pas la flacherie apparaître le plus fréquemment parmi les graines provenant d'une chambrée affaiblie par quelque maladie, ou parmi celles qui, étant saines et robustes d'abord, ont été détériorées par une mauvaise conservation? et aussi parmi les vers qu'un entassement excessif ou une mauvaise aération a rendus débiles? Et, d'autre part, n'est-il pas certain que, plus la voracité des vers est excitée par une forte chaleur, plus ils sont sujets à la flacherie, surtout lorsqu'on leur donne une feuille malpropre ou avariée?

Si maintenant nous recherchons les procédés à l'aide desquels on est arrivé, depuis peu d'années il est vrai, à réduire les cas de flacherie dans une proportion considérable, nous y trouvons encore la confirmation de la théorie pastorienne. D'abord on a grand soin d'exclure de la reproduction toute chambrée affectée de flacherie. Ensuite on veille d'une manière plus intelligente à la bonne conservation des graines, depuis la ponte jusqu'à l'éclosion. On espace les vers dès leur jeune âge. On leur accorde un cube d'air suffisant et bien souvent renouvelé. On se rapproche un peu des conditions naturelles en ne chauffant pas au delà de 18° R. On choisit autant que possible la feuille saine [1] et propre, et on évite de la

[1] Les actes du Congrès séricicole international de Paris mentionnent d'une manière très inexacte une communication que j'ai faite au sujet des

salir par des balayages intempestifs. Les locaux d'ailleurs ont été préalablement débarrassés de leurs poussières par des nettoyages énergiques. Toutes ces précautions ne peuvent-elles pas se résumer en cette formule : porter au maximum la robusticité du ver et réduire au minimum la quantité des poussières malfaisantes!

C'est surtout à fortifier la constitution du ver qu'on doit viser, car, dans les circonstances ordinaires, les microbes qui salissent la feuille ne sont pas en quantité telle qu'un ver bien portant ne puisse les digérer sans en être incommodé; c'est en effet ce qui arrive perpétuellement dans les chambrées en bon état. Un ver déjà débile s'affaiblit au contraire de plus en plus par cette ingestion quotidiennement répétée, et finit par succomber. Notons aussi qu'il y a dans l'année des époques où les organismes destructeurs du ver semblent plus abondants ou d'une activité plus énergique, par exemple en juin et juillet; la saison aurait donc aussi sa part d'influence. Nous avons signalé déjà celle des conditions mêmes de

vers nourris de feuille avariée par le froid. Voici comment le texte doit en être rétabli : « J'ai eu l'occasion d'observer que la même graine donne des résultats différents suivant que les vers nourris de ces feuilles qui ont souffert de la gelée sont gouvernés avec du feu ou sans feu. Dans le premier cas, on a une flacherie générale; dans le second, très peu de flats. C'est que, si les vers ne sont pas chauffés, ils ne font que deux repas; si au contraire on les chauffe à 22 ou 24 degrés centigrades, on est obligé d'augmenter le nombre des repas, de faire ingurgiter aux vers une plus grande quantité de feuilles, et par suite une plus grande quantité de germes et de sucs végétaux altérés ; or l'action de ces germes est mortelle s'ils viennent à se multiplier, s'ils ne sont pas paralysés par les sucs digestifs. Il résulte de là que les vers nourris de mauvaise feuille peuvent être, avec avantage, menés lentement en étant tenus au froid.» V. *Congrès et conférences du palais du Trocadéro*, n° 23 de la série, pag. 65. Paris, imprimerie Nationale, 1879.

l'élevage : température, aération, nombre et abondance des repas, etc. Si l'on songe qu'en outre les chambrées diffèrent par le degré de vigueur des vers, et que dans tel ou tel cas les poussières développeront, soit des ferments à l'exclusion des vibrions, soit des vibrions de telle ou telle espèce plus ou moins destructive, on comprendra que les effets résultant d'actions aussi complexes ne soient pas absolument identiques : ainsi s'explique très bien la rapidité si variable du développement de la flacherie. On pourrait presque dire : autant de cas particuliers, autant de variétés de flacherie.

Il est très probable que c'est parmi ces variétés qu'il faut ranger les vers appelés *arpians* ou *gattinés :* ils ressemblent aux flats ordinaires en ce que la membrane interne du tube digestif est épaisse et opaque, et que l'intérieur de ce tube abonde en ferments à chapelet; mais ils en diffèrent en ce que ce tube contient peu de feuilles et peu de liquide ; en outre, au lieu de pourrir, ces vers s'amaigrissent et dépérissent lentement, à la façon des corpusculeux, sans cependant avoir aucun corpuscule. Les *lucettes* ou *clairettes* sont encore une variété de gattinés dont la peau devient translucide ; on n'a d'ailleurs pas d'études assez précises à leur sujet pour en parler plus explicitement.

Une autre conséquence qui ressort de ces explications sur les causes de la flacherie, c'est l'impossibilité de l'éviter avec une certitude absolue : il y a en effet une multitude de circonstances qui peuvent affaiblir les vers ou empoisonner la feuille, et on n'est jamais sûr d'avoir tout prévu. C'est pourquoi, outre les moyens préventifs signalés plus haut, on a cherché et on cherche encore des moyens curatifs de la maladie ; malheureusement les anti-

septiques appliqués à la feuille (acide phénique, acide salicylique, etc.) et les fumigations de chlore, qui semblent *à priori* les moyens les mieux appropriés, n'ont pas donné des résultats satisfaisants. Ce qui paraît le mieux réussir quand la flacherie est bien déclarée, c'est de déliter, d'espacer les vers survivants et de les laisser jeûner quelque temps en élevant la température à 22° R. ou même davantage ; cette opération présente encore plus de chances de succès si on la pratique dans un local neuf où on aura transporté les vers afin de les soustraire entièrement aux émanations et aux poussières de la première magnanerie.

La même diversité que nous avons reconnue dans les allures de la flacherie, en considérant les vers qui succombent à cette maladie, se retrouve encore dans la qualité des cocons produits par les vers qui ont survécu, si on considère ces cocons au point de vue de la reproduction. En général, on constate que les graines issues de cocons d'une chambrée où la flacherie a sévi, ne donnent que des sujets débiles, qui deviennent flats très facilement ; cela se comprend, puisque les mêmes causes qui ont fait périr une partie des vers de la première chambrée ont dû affaiblir plus ou moins les survivants Mais, suivant la durée pendant laquelle ceux-ci ont subi ces influences déprimantes, leur affaiblissement est plus ou moins marqué ; on ne doit donc pas être surpris si parfois des graines issues de chambrées où on a vu des flats, réussissent néanmoins. Donc, au sens strict du mot, la flacherie n'est pas héréditaire. Mais, en fait, on agit très prudemment en excluant de la reproduction toute chambrée qui n'a pas été parfaitement exempte de flacherie, de la 4e mue à la montée inclusivement.

Grasserie.— Il nous reste à considérer une dernière maladie : la *grasserie*, qui, en comparaison des précédentes, est de peu d'importance. Mais son étude est des plus intéressantes, et il serait à souhaiter qu'elle fût plus complètement achevée qu'elle ne l'est encore. Au milieu d'une chambrée de vers en très bon état, il n'est pas rare, à l'approche d'une mue et surtout de la montée, de rencontrer çà et là quelques vers qui se traînent lentement, la peau luisante, amincie, distendue ; le corps d'un jaune vif dans les races jaunes, d'un blanc laiteux dans les races blanches ; à travers la peau transsude un liquide trouble qui salit les feuilles et les vers sur lesquels passent les sujets malades. Ces vers s'appellent *gras*, *jaunes*, *porcs*, *vaches*, etc.

Le liquide trouble qui suinte de leur corps, identique à celui qui remplit la cavité générale, présente au microscope une infinité de globules qui semblent au premier abord tout à fait sphériques, mais qui sont polyédriques, et dont la nature chimique n'est pas déterminée. M. Bolle a reconnu qu'ils ont un diamètre moyen de 4 millièmes de millimètre, qu'ils se fendillent quand on les comprime et s'éclatent en fragments ; qu'en présence des réactifs, ils se comportent à la façon des corps albumineux, bien que la résistance qu'ils montrent à la putréfaction empêche de les considérer comme tels ; il a vu aussi que ces granules apparaissent en premier lieu dans le tissu graisseux et dans les plus petits rameaux trachéens, ce qui tend à faire croire qu'ils résultent d'une altération dans les fonctions respiratoires.

Un air humide, froid, stagnant, semble favoriser l'apparition de la grasserie. Cette maladie n'est pas contagieuse : aussi les magnaniers n'en ont-ils guère de

souci ; il y en a même qui voient avec satisfaction apparaître quelques gras, croyant qu'ils présagent une bonne récolte. On a cependant des exemples de chambrées qui ont perdu beaucoup de vers par la grasserie.

Ce mal ne paraît pas se transmettre par hérédité ; on ne s'inquiète des gras, à ce point de vue, que quand il y en a en nombre excessif, auquel cas il est prudent de renoncer à livrer les cocons au grainage.

IV. — Élevage industriel.

Nécessité d'obtenir des rendements élevés. — Quand on veut élever des vers à soie industriellement, le problème à résoudre n'est pas seulement de mener à bonne fin le plus grand nombre possible des sujets éclos, mais encore de le faire assez économiquement pour réaliser un bénéfice raisonnable sur la vente des produits, c'est-à-dire des cocons, car nous laisserons pour le moment de côté les éducations faites en vue du grainage. Or les frais qu'entraîne une chambrée d'une once (25 grammes), tant en feuille et main-d'œuvre qu'en achat de graine et autres menues dépenses, ne s'élèvent à guère moins de cent francs ; en supposant les cocons à 4 fr. le kilogr., il faut donc récolter plus de 25 kilogr. pour avoir du bénéfice.

Ce chiffre de 25 kilogr. ne paraîtra pas bien fort à ceux qui ont tiré d'une once de graine jusqu'à 50, 60, 65 kilogr. et quelquefois plus ; cependant la moyenne des éleveurs arrive à peine à 20 kilogr., ce qui revient à dire que leur industrie les met en perte.

Il est donc absolument nécessaire qu'ils y renoncent, ou bien qu'ils fassent en sorte d'arriver à des rendements

élevés. Faire peu, pour faire bien, voilà leur meilleure ressource. Que, par exemple, au lieu d'aboutir avec une chambrée de trois onces à un misérable total de 60 kilogr., ils obtiennent la même récolte avec une once seulement : au lieu d'avoir perdu leur temps et leur peine, ils auront au moins 30 kilogr. de bénéfice net.

On voit ainsi l'utilité qu'il y a pour les magnaniers de bien connaître les conditions auxquelles une chambrée peut produire beaucoup.

Conditions de succès. — Ces conditions se ramènent à deux, qui, à la vérité, sont très vastes et demandent des explications étendues ; ce sont :

Premièrement, que la graine, qui est le point de départ, soit bonne.

Secondement, que les vers soient gouvernés suivant les règles qu'observent les bons praticiens.

Nous verrons, en parlant du Papillon, comment on prépare une graine qui ait toutes les qualités requises ; dès à présent, on doit comprendre que, sans cette première condition, on ne peut compter sur un bon succès.

Étudions la seconde, c'est-à-dire recherchons les règles de l'élevage proprement dit.

Règles de l'élevage. — Lorsque les fonctions de nutrition du ver à l'état normal seront mieux connues, ainsi que les diverses maladies auxquelles cet insecte est exposé, il sera peut-être possible de tracer des règles précises pour son élevage en grand ; mais actuellement on est loin de pouvoir seulement l'essayer. Comme l'a dit M. Pasteur, l'art d'élever les vers à soie est encore une industrie de tradition et de routine.

Nous commençons pourtant à pouvoir apprécier si telle

des pratiques que nous ont léguées nos devanciers est avantageuse, ou nuisible, ou tout simplement indifférente ; et ce premier progrès, qui était à coup sûr le plus difficile à accomplir, nous le devons principalement aux études de l'illustre savant que nous venons de nommer.

Nous avons par conséquent deux sortes de guides : les praticiens, d'abord, qui dans des livres excellents, tels que ceux de l'abbé de Sauvages et de Dandolo, nous ont légué le fruit de leur expérience et les traditions anciennes ; il y a évidemment beaucoup à prendre chez eux. Nous avons d'autre part les recherches plus récentes faites sur la physiologie, et principalement sur la pathologie des vers à soie : les §§ II et III de cette *Deuxième partie* en donnent un aperçu sommaire ; il est possible, en se fondant sur ces recherches, de corriger certaines erreurs et d'améliorer de divers côtés le gouvernement des vers.

En associant de cette manière la pratique et la théorie, on arrive à des règles qui sont à l'abri de toute contradiction.

Il reste encore, il est vrai, à concilier ces règles avec les nécessités économiques ; nous verrons que bien souvent c'est ce dernier problème qu'il est le plus difficile de résoudre.

Nous étudierons successivement : 1° la tenue générale des vers (principe de l'égalité) ; 2° l'espacement et les procédés de délitage et d'élevage sur claies et sur rameaux ; 3° la ventilation des locaux (dispositifs divers de magnaneries) ; 4° l'alimentation (récolte, distribution, propreté de la feuille) ; 5° le chauffage et l'éclairage des magnaneries ; 6° les procédés d'encabanage ; et enfin, pour terminer, 7° l'importance des chambrées (petites et grandes éducations).

Tenue générale des vers. Principe de l'égalité. — La vie de la larve se partage, comme on l'a vu, en cinq périodes d'activité, séparées par des intervalles d'inactivité qui correspondent aux mues. Durant les mues, on doit éviter de troubler l'animal, tandis que d'une mue à l'autre il faut lui apporter ses repas régulièrement, et de temps à autre enlever sa litière. Il résulte de là que, si on veut élever côte à côte sur une même claie un grand nombre de vers, comme c'est le cas dans les éducations industrielles, il ne convient pas que les uns soient en mue pendant que les autres mangent, car les retardataires se perdraient inévitablement en grand nombre dans les litières. On se figure à peine combien de vers sont perdus dans le jeune âge quand on met ensemble des levées faites à des heures différentes. Pour que tous les vers puissent arriver à bien, ce qui est la condition *sinè quâ non* des rendements élevés, il faut que ceux qui sont réunis sur une claie soient parfaitement *égaux en âge*; cela entraîne l'*égalité de taille*, quand l'alimentation a été bien dirigée.

La conservation de l'égalité des vers est une mesure essentiellement économique; c'est en vue d'y parvenir qu'on s'astreint à certaines règles pratiques que nous allons énumérer.

En premier lieu, on ne mêle jamais, à l'éclosion, les levées faites à des heures différentes ; chaque levée est tenue et nourrie à part, et un numéro d'ordre est inscrit sur le papier qui la supporte. Il en est de même pour les levées qu'on fait au sortir de chaque mue, car chaque sortie de mue est comme une éclosion.

En deuxième lieu, on a soin de maintenir à la même température les vers, supposés égaux, qu'on veut garder

tels, et la feuille doit leur être distribuée aussi également que possible. En effet, les vers qui seraient plus fortement chauffés et plus abondamment nourris que les autres grossiraient et avanceraient en âge plus que ces derniers.

L'uniformité dans l'alimentation ne s'obtient pas sans certaines précautions. Ainsi, on ne donnera pas aux vers jeunes des feuilles *entières*, car elles ne seraient pas à la portée de tous, et, de plus, en se desséchant, elles emprisonneraient sous leurs replis beaucoup de vers qui seraient perdus au délitage ; on coupera par conséquent la feuille en brins très menus, qu'on sèmera doucement sur les vers. Mais, comme la feuille ainsi coupée se dessèche assez vite, il s'ensuit forcément qu'on devra donner des repas plus fréquents.

En troisième lieu, la distribution de la feuille doit cesser absolument quand on voit que les vers vont sortir de mue : en effet, si les premiers vers sortis trouvaient autour d'eux de la feuille fraîche, ils mangeraient et grandiraient, pendant que les retardataires seraient encore immobilisés dans la mue ; l'inégalité s'accuserait ainsi de plus en plus et entraînerait les inconvénients signalés plus haut. On attendra donc, avant de donner de nouveau la feuille, que la moitié au moins des vers aient achevé leur mue : ils formeront une première levée ; les retardataires formeront plus tard une deuxième levée, et, de la sorte, on aura toute facilité pour donner l'espacement qui convient. Si on avait laissé tous les vers sur l'ancienne litière en laissant jeûner les premiers sortis de mue jusqu'à la sortie des derniers, les premiers auraient pâti ; si d'autre part on leur avait distribué de la feuille, ils auraient été trop serrés et, de plus, inégaux.

Si, à l'éclosion ou au sortir des mues, on a deux levées

qu'on veuille réunir afin de simplifier le travail, cela est facile : il suffit de donner à la levée qui est en retard une chaleur un peu plus forte et des repas plus fréquents, tandis que celle qui est en avance sera chauffée un peu moins et alimentée en conséquence ; quand les vers auront absorbé un même nombre de repas depuis la mue, on pourra les réunir.

Il ne faudrait pas se laisser entraîner à égaliser un trop grand nombre de vers en vue de faciliter le travail ultérieur, car on pourrait se trouver dans un grand embarras à l'époque de la montée, lorsqu'il s'agirait de mettre la bruyère rapidement à tous les vers arrivés à maturité ; il convient de n'avoir, à un jour donné, à la montée que ce qu'on peut enramer sans précipitation avec le personnel dont on dispose.

En résumé, l'égalité des vers, condition indispensable d'une forte récolte, entraîne la séparation des levées ; l'uniformité des températures et d'alimentation, la fréquence des repas et la division de la feuille, au moins dans les premiers âges ; enfin, à toutes les mues, une certaine méthode dans la cessation et la reprise des repas. Si on néglige l'une ou l'autre de ces pratiques, les vers ne seront pas aussi égaux qu'on pourrait le désirer ; aussi est-ce à cet indice de l'égalité des vers qu'on reconnaît au premier coup d'œil un magnanier soigneux.

Espacement. — Il faut que les vers, sans se gêner mutuellement, puissent accomplir leurs fonctions de nutrition : se mouvoir, manger, respirer, exhaler par toute la surface de leur corps une grande quantité de vapeur d'eau ; enfin subir leurs mues sans être troublés ; il s'ensuit qu'on doit leur ménager, outre la surface

qu'ils occupent chacun, un certain intervalle de l'un à l'autre. Une autre raison oblige à ne pas faire cet intervalle trop petit : c'est la crainte de la contagion en cas de maladie épidémique ; l'expérience prouve en effet que les vers clairsemés conservent leur état de santé d'une façon remarquable, et que le contraire arrive aux vers entassés dans un espace trop étroit.

Pour avoir une idée de la surface nécessaire aux vers, on n'a qu'à mesurer leurs dimensions moyennes et en déduire l'étendue qu'ils couvriraient s'ils étaient juxtaposés sans aucun intervalle. Nous avons donné plus haut (pag. 48) le tableau de ces dimensions.

En supposant qu'on attribue à chaque ver une surface triple de celle qu'il occupe sur un plan horizontal, il faudra, pour avoir les étendues de claies utiles aux divers âges, multiplier les chiffres de la dernière colonne par 3 fois le nombre des vers, c'est-à-dire, à peu près par 100,000, pour une once, puisqu'une once renferme 30,000 à 35,000 individus. On a ainsi :

A l'éclosion....................	0^{mc}	30
A la sortie de 1re mue...........	1	00
Id. 2e —	2	00
Id. 3e —	3	00
Id. 4e —	22	00
Avant la montée..................	60	00

Mais il faut remarquer qu'à chaque sortie de mue la surface des claies doit être égale, non pas seulement à la surface actuellement indispensable, mais à celle que les vers couvriront progressivement les jours suivants par suite de l'accroissement de leur taille, de telle sorte qu'on devra avoir pour la surface des claies :

De l'éclosion à la 1re mue...	1^{mc}
De la 1re mue — 2e —...	3
— 2e — — 3e —...	9
— 3e — — 4e —...	22
— 4e — — montée...	60

Les anciens magnaniers n'ont jamais accordé autant de place aux vers, dans les derniers âges surtout. Ainsi, d'après l'abbé de Sauvages, les surfaces correspondantes aux âges ci-dessus seraient 1, 3, 6, 12 et 24 mètres carrés ; mais il faut remarquer que la récolte en cocons n'atteignait pas 30 kilogr. à l'once. Les chiffres de Dandolo sont un peu plus élevés : réduction faite à l'once de 25 grammes, ils seraient de 1^{mc},3 ; 2^{mc},6 ; 6^{mc},2 ; 14^{mc},6 et 32^{mc},5.

Mais aussi Dandolo récoltait environ 56 kilogr. à l'once ; son exemple prouve qu'on peut resserrer les vers un peu plus que le calcul fait précédemment ne l'indique, pour le dernier âge principalement ; en revanche, il conviendrait de les espacer davantage aux premiers âges. C'est en effet dans ce sens que les éducateurs les plus habiles de nos jours ont modifié les données qui précèdent ; on peut d'ailleurs se rendre compte de cette manière d'agir, en réfléchissant que les vers plus espacés dans le jeune âge deviennent plus robustes et sont ainsi mis en état de supporter dans la suite, sans inconvénient, un rapprochement plus marqué ; on satisfait ainsi à la fois aux exigences de l'hygiène et aux nécessités économiques. En conséquence, il faut, au lieu de 1^{mc} à la première période, accorder aux vers jusqu'à 5^{mc} ; ensuite, avant la montée, on pourra se permettre de les resserrer sur 45^{mc} seulement, si on n'a pas de motif spécial pour les éten-

dre sur une surface plus vaste. En résumé, les claies doivent avoir, en surfaces utilisables :

De	l'éclosion à	la 1re mue...		5mc
De la 1re mue	—	2e	— ...	10
— 2e	—	— 3e	— ...	20
— 3e	—	— 4e	— ...	40
— 4e	—	— montée....		45 à 60.

Élevage sur claies. — Pour obtenir d'aussi grandes surfaces dans des constructions de dimensions générale-

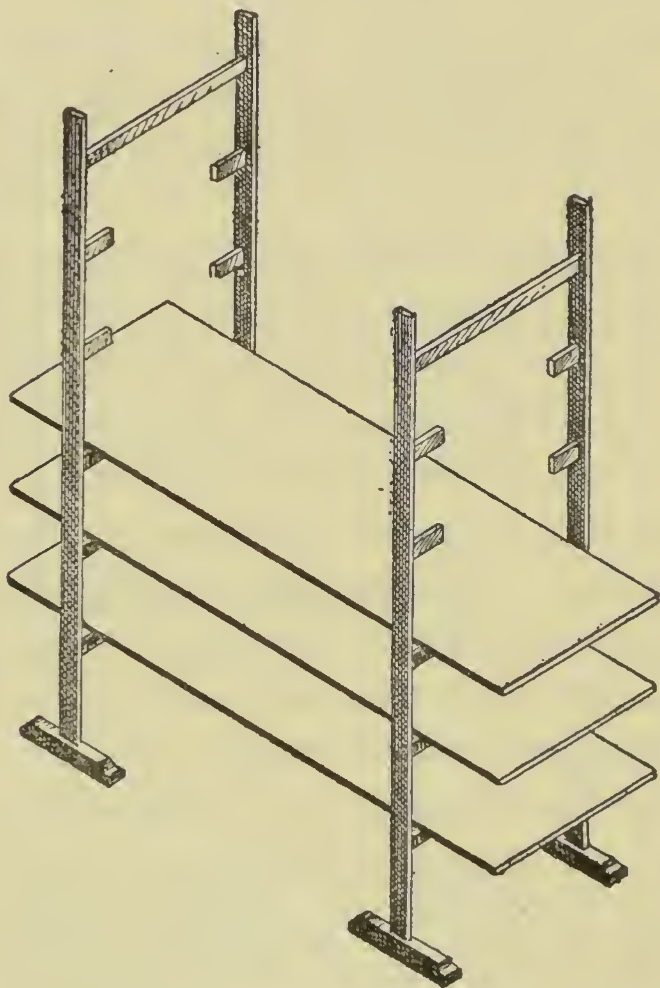


Fig. 13.— Étagère pour six claies de $2^m,40$ sur $0^m,75$ (trois claies seulement sont figurées).

ment assez restreintes, il n'y a pas d'autre moyen que de

superposer les claies ; de l'un à l'autre de ces étages, on garde des distances verticales de 35 à 40 centimètres ou davantage ; les claies ont toute la longueur qu'on veut, mais la largeur ne doit pas excéder la distance à laquelle le bras peut atteindre commodément, c'est-à-dire 70 à 80 centimètres. Il n'est pas rare de trouver dans les Cévennes des magnaneries où il y a quinze ou vingt étages de claies, occupant toute la hauteur du bâtiment depuis le sol jusqu'aux toits ; en ce cas, il faut des échelles et un ou plusieurs faux-planchers pour le service des claies supérieures ; les montants qui supportent les claies sont solides et fixés à demeure. Au contraire, quand l'appartement n'a que 3 à 4 mètres de haut et doit servir à d'autres usages,

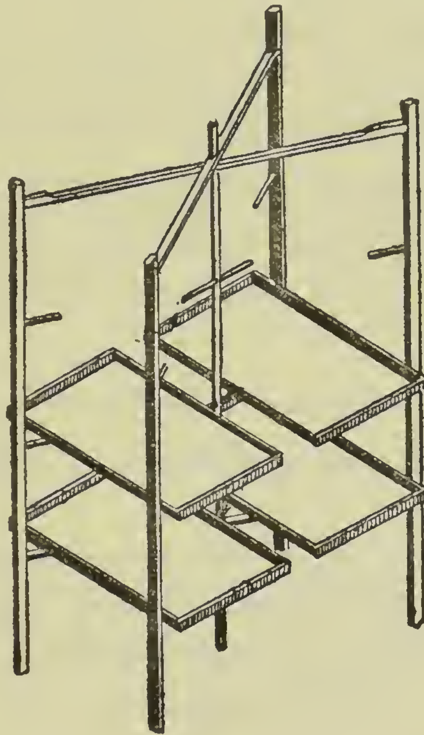


Fig. 14.— Étagère pour huit paniers de $0^m,80$ sur $0^m,54$ (quatre paniers seulement sont figurés).

on peut, au lieu de poteaux fixes, se servir de poteaux

munis de pieds et assemblés deux à deux par des traverses, ou encore de systèmes en forme de pliants qui se déplacent très facilement. (Voir les fig. 13 et 14.)

Dans tous les cas, des passages d'un mètre environ ou davantage doivent subsister tout autour des étagères.

Une fois qu'on est pourvu d'un nombre de claies suffisant, on les garnit de papier, afin que les excréments et les poussières ne tombent pas d'une claie sur l'autre.

Procédés d'espacement et de délitage.— Il reste à dire maintenant comment on pratique l'espacement des vers. Il y a pour cela plusieurs procédés.

D'abord, à l'éclosion, au fur et à mesure qu'on voit les feuilles de mûrier qui servent aux levées se garnir de vers en nombre suffisant, on les retire en les remplaçant par d'autres, et on les dispose à la file sur un ou deux rangs pas trop serrés, au milieu d'une claie garnie de papier ; les repas de feuille coupée, qu'on distribue ensuite, sont semés sur ces rangées de feuilles, et un peu à droite et à gauche, afin que les vers s'éparpillent de plus en plus.

Aux sorties des mues, quand on se sert de feuilles entières ou de petits rameaux, on procède d'une façon analogue.

Enfin, si l'on voit que les vers d'une claie s'y trouvent trop serrés, il est encore très facile de les espacer sans les prendre à poignées ni déchirer la litière; il suffit, au moment d'un repas, de semer çà et là quelques feuilles ou petits rameaux, et de les lever quand les vers sont montés dessus en assez grand nombre ; ceux qui restent reçoivent ensuite leur repas sur l'ancienne litière, qu'ils couvrent bientôt tout entière.

Ces procédés demandent beaucoup de temps et de patience. Quand on veut aller plus vite, on se sert de feuilles de papier percées de nombreux trous ronds, d'un diamètre proportionné à la taille des vers ; les figures

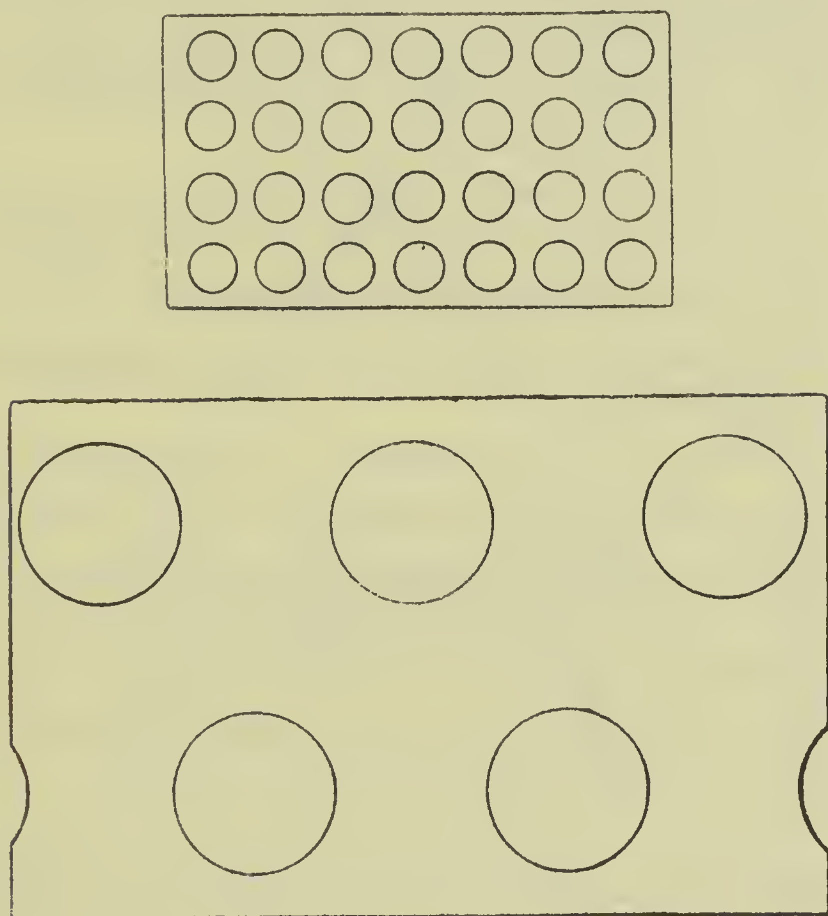


Fig. 15.— Papier à déliter.— Vraie grandeur, pour le premier et le dernier âge.

représentent leur vraie grandeur pour le premier et le cinquième âge ; on en fait aussi de grandeurs intermédiaires.

On donne à ces feuilles de papier les dimensions qu'on juge convenables, par exemple 25 centim. sur 40 pour le premier âge, 50 sur 80 pour le dernier ; on les étend sur les vers qu'on veut déliter ou espacer, et on donne un repas dessus ; les vers traversent les trous et montent

sur les feuilles. Quand on juge qu'il y en a assez, on emporte le papier ainsi chargé sur une claie nouvelle ; les vers qui restent font l'objet d'une nouvelle levée qu'on exécute par le même procédé. La litière se trouve ainsi dégarnie de vers ; il n'y reste que quelques traînards, qu'on jette ou qu'on met à part. On enlève alors cette litière, qu'on jette au fumier ou qu'on fait sécher pour la donner aux brebis ou aux cochons.

L'opération précédente s'appelle *délitage* ou *délitement.*

Au lieu de papier à trous, on peut aussi employer des filets à mailles carrées, qui ont l'avantage de se laver et durer longtemps ; mais ils sont moins commodes à manier que le papier.

On voit, par ce qui précède, que l'élevage des vers sur les claies n'exige pas seulement de très vastes surfaces, mais encore de perpétuelles manipulations pour déliter et espacer. On s'est demandé s'il n'y avait pas moyen de réduire ce travail, qui est nécessairement très coûteux, et de diminuer en même temps l'étendue des surfaces de claies. Ce problème, de prime abord, semble bien difficile à résoudre. On y parvient cependant en reprenant, avec certains perfectionnements, un mode d'élevage usité depuis bien des années dans tout le Levant : l'*élevage aux rameaux.*

Élevage aux rameaux.—Voici ce mode tout rustique, tel qu'il est pratiqué en Perse, au rapport du Dr Orio (1863). Au milieu des champs de mûrier, on plante six ou huit poteaux, de façon à délimiter un rectangle de 6 mètres sur 4 ; on les assemble, à 2 mètres du sol, par des traverses grossières, assez solides pour porter un homme ; par-dessus le tout, on dresse un toit en paille

de seigle, dont le faîte s'élève à 5 ou 6 mètres environ; enfin, au-dessous des traverses sur lesquelles doit monter l'ouvrier, on fait, à environ 50 centim. de distance, un treillage grossier avec des perches, et c'est sur ce treillage qu'on dépose les rameaux de mûrier chargés de vers à soie. Cette espèce de hangar, appelé *tilimbar*, est représenté, en coupe idéale, dans la figure ci-après.

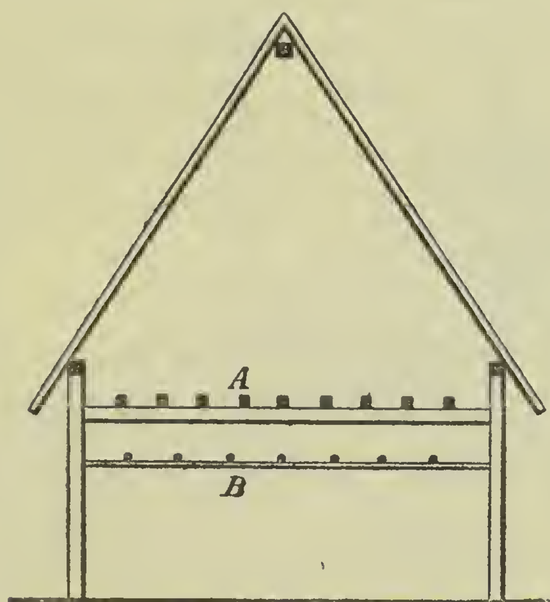


Fig. 16. — Tilimbar (largeur 4 mètres, hauteur $5^{m},60$).
A, Supports pour l'ouvrier. — **B**, Supports pour les vers à soie.

Quand on y introduit les vers, ils sont généralement sortis de deuxième ou de troisième mue. Chaque jour, matin et soir, on leur sert un repas de rameaux fraîchement cueillis, qu'on met en travers des précédents ; les vers se répartissent sur ces rameaux à différents niveaux, de sorte que les 24 mètres ainsi garnis équivalent au moins à 48 mètres carrés de claies ; de là, l'économie de place ; les excréments tombent à terre ; il n'y a donc rien à déliter. A la longue, l'entassement des branchages

finit par s'élever jusque sous les pieds de l'ouvrier; mais à ce moment les vers sont arrivés à maturité, il n'y a plus qu'à jeter sous le toit des broussailles et de la paille pour qu'ils y fassent leurs cocons ; la toiture même leur fournit des logements commodes.

Tel qu'il est pratiqué dans le Levant, ce procédé donne de très faibles rendements, parce que la moitié des vers au moins se laissent tomber à terre et sont perdus ; en outre, l'accumulation des branches finit par gêner la circulation de l'air ; enfin ce système paraît incompatible avec la superposition de plusieurs étages de vers, et conséquemment inférieur, comme économie d'espace, au système des claies.

Système Cavallo. — Voici par quelles dispositions, d'après M. Cavallo, toutes ces difficultés sont surmontées (fig. 17) :

Dans une magnanerie ordinaire ou dans une salle quelconque propre à en tenir lieu, on dresse des poteaux sur deux rangs, de façon qu'ils se correspondent deux à deux et délimitent ainsi des espaces rectangulaires de 1^{m},20 de long sur 0^{m},85 de large, ou à peu près. Ces poteaux sont munis de crochets à vis ou de chevilles, à des intervalles de 50 centimètres ; sur ces crochets se placent des barres transversales d'environ 1 mètre de long ; enfin sur ces barres reposent plusieurs lattes ou perches d'environ 1^{m},40, disposées parallèlement aux longs côtés du rectangle. C'est sur ces lattes que seront déposés les rameaux chargés de vers. On aura donc, à des distances verticales de 50 centimètres, autant d'étages de vers que l'on voudra.

Voici maintenant comment on enlève les vieux bran-

chages quand leur accumulation forme un lit de 10 à 12 centim. d'épaisseur. Précisément à 10 ou 12 centim. au-dessus de chacun des crochets dont on a parlé, se

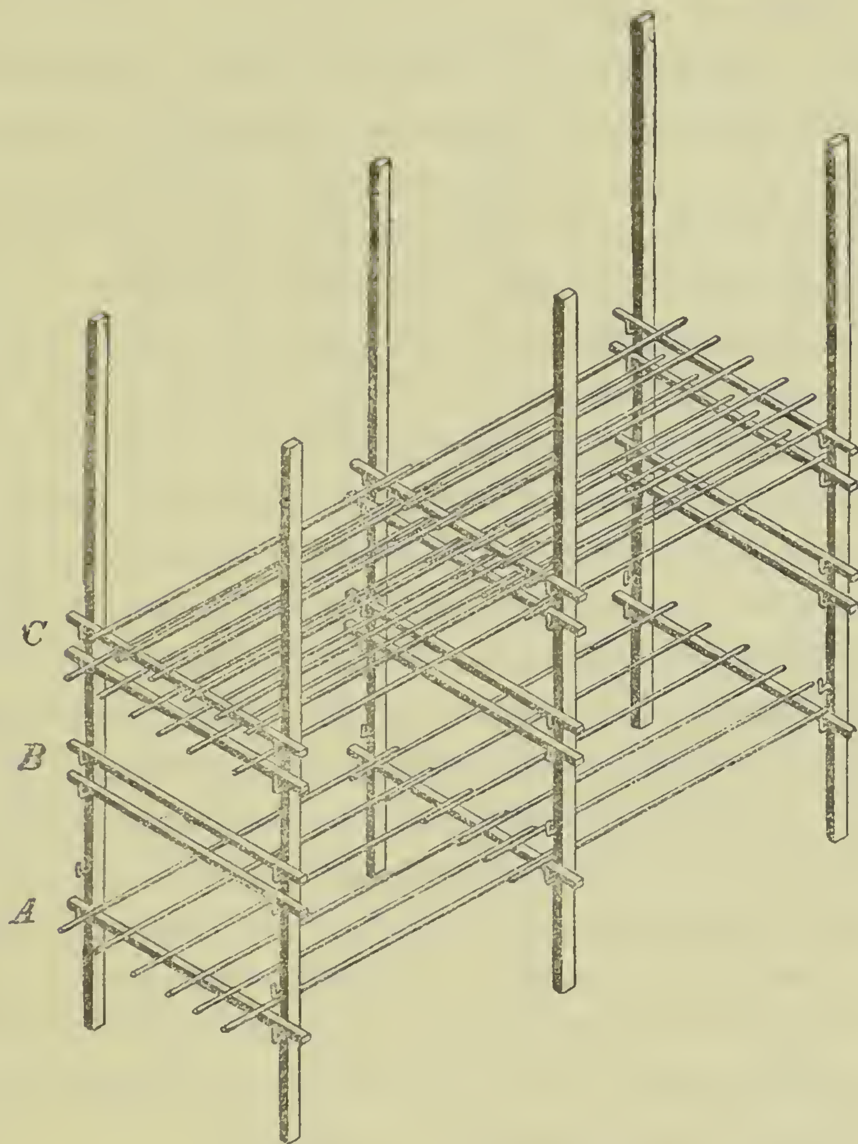


Fig. 17. — Bâti à trois étages, système CAVALLO.
A, Premier plan du premier étage. — **B**, Traverse pour le deuxième étage. — **C**, Troisième étage, avec toutes ses lattes et traverses.

trouve un second crochet ; cette nouvelle série sert à supporter un système de traverses et de lattes pareil au

premier, mais qu'on n'installe que quand les rameaux de mûrier arrivent à ce niveau; les nouveaux rameaux qu'on apportera seront donc placés sur ces lattes, et, quand les vers y seront montés, on pourra retirer les barres du lit inférieur : on fera ainsi tomber tous les vieux branchages ; si on a eu soin à l'avance de tendre au-dessous un hamac, il sera facile d'emporter au dehors tous ces débris d'un seul coup. Ensuite on fera redescendre tout le système à la place où était l'ancien, et on pourra plus tard recommencer, si besoin est, la même opération.

Inutile d'insister sur le mode de jonction de deux travées : les poteaux qui les séparent servent à l'une et à l'autre ; le dessin ci-dessus représente deux travées de trois étages chacune ; la surface horizontale de ces six étages est $6 \times 1^m,20 \times 0^m,85 = 6^m,12$. A cause de l'éparpillement des vers à plusieurs niveaux, ces six étages suffisent pour loger autant de vers que 12 mètres carrés de claies. On a donc une économie de place réelle. Quant aux vers qui se laissent tomber, on peut les recevoir sur des branches mises à terre, et les remonter sur les étagères : il n'y a donc rien de perdu ; on peut ainsi arriver à des rendements aussi élevés que par l'usage des claies, et profiter des avantages économiques que présente l'élevage aux rameaux sous le rapport de la main-d'œuvre principalement ; tous les éducateurs devraient faire l'essai de ce procédé si simple et si avantageux.

Ventilation des magnaneries. — Nous avons vu (pag. 75) que l'aération est indispensable aux vers, non seulement pour leur fournir la quantité d'oxygène nécessaire à la respiration, mais encore pour évacuer hors de la magnanerie la vapeur d'eau, l'acide carbonique et les

exhalaisons diverses des vers et des litières. Nous avons, à ce propos, signalé les avantages que présente *un air sec* ; c'est un point sur lequel nous croyons à propos d'insister encore.

L'utilité d'un air sec,pour le bon succès des vers à soie, est reconnue par tous les praticiens éclairés ; voici, par exemple, ce qu'en dit Dandolo dans son excellent traité sur l'*Art de gouverner les vers à soie.*

« Si l'on voit tant de persistance chez les paysans à loger leurs vers dans des locaux détestables, c'est peut-être parce qu'ils y obtiennent parfois d'excellentes récoltes. Ils n'ont pas réfléchi que ces succès de hasard résultent de causes physiques exceptionnelles. Ce sera, par exemple, une année où la saison sera belle et surtout sèche parce que les vents soufflent du nord ; alors il est bien difficile que les vers n'aillent pas bien, tout en étant mal gouvernés. En ce cas, il règne toujours dans l'atmosphère une forte sécheresse, et justement cette sécheresse est le premier fondement d'une bonne hygiène pour les vers (*è appunto questo asciutto il fondamento primario del buon governo de' bachi*) ; l'air balsamique qui souffle alors se renouvelle partout, même dans les locaux fermés, et s'insinue parmi les vers amoncelés ; le ver respire et transpire suffisamment bien, et la litière ne peut fermenter parce qu'elle se dessèche beaucoup. Ainsi la sécheresse de l'air occupe une grande place dans l'hygiène des vers. Nous voyons l'effet de cet air sec et toujours agité, dans les chaumières où on tient les vers; dans les pays montagneux, les vers y réussissent toujours mieux qu'à la plaine. Donc les paysans, ayant dans une pareille année de sécheresse fait une grande récolte de cocons, puis l'année d'après en ayant une très mauvaise, ne

veulent pas croire, peut-être même ne peuvent pas croire que cela puisse tenir à ce local dont ils ont cru la bonté éprouvée par leur premier succès. Mais, pour nous, nous devons vouloir que les bonnes récoltes ne puissent jamais manquer, quelles que soient les influences météoriques. »

On ne peut pas mieux démontrer la nécessité de disposer les magnaneries pour que la ventilation en soit parfaite. Ce n'est en effet que par l'action dissolvante de l'air qu'on peut emporter au dehors d'une façon économique les masses d'eau exhalées par les vers et les litières. Quelques éleveurs ont pensé que des substances desséchantes, telles que la chaux vive, pourraient quelquefois être employées pour suppléer à l'insuffisance de la ventilation : plusieurs ont semé en effet de la chaux sur les vers et les litières après la quatrième venue, dans le but de prévenir la muscardine ; les bons effets qu'ils ont obtenus de ce procédé s'expliqueraient donc simplement par la dessiccation de l'air et des litières.

Mais en général de tels moyens seraient trop coûteux ; on préfère, à l'aide du feu, provoquer le mouvement de l'air et augmenter son pouvoir dissolvant de la vapeur d'eau.

Magnanerie des Cévennes. — Les dispositifs employés sont très divers. Tantôt on introduit l'air du dehors et on le chauffe sur place, tantôt on le chauffe à l'avance au moyen d'un calorifère.

Le premier système est le plus simple.

Voici comment il est pratiqué dans les Cévennes. Les magnaneries sont en général établies sur un cellier voûté, et s'élèvent de cette voûte jusqu'au toit ; le bâtiment est haut et étroit ; aux quatre encoignures, on installe autant

de fourneaux rustiques en maçonnerie où l'on brûle des mottes formées de débris de houille agglomérés avec l'argile ; les murs ne sont percés que d'étroites fenêtres,

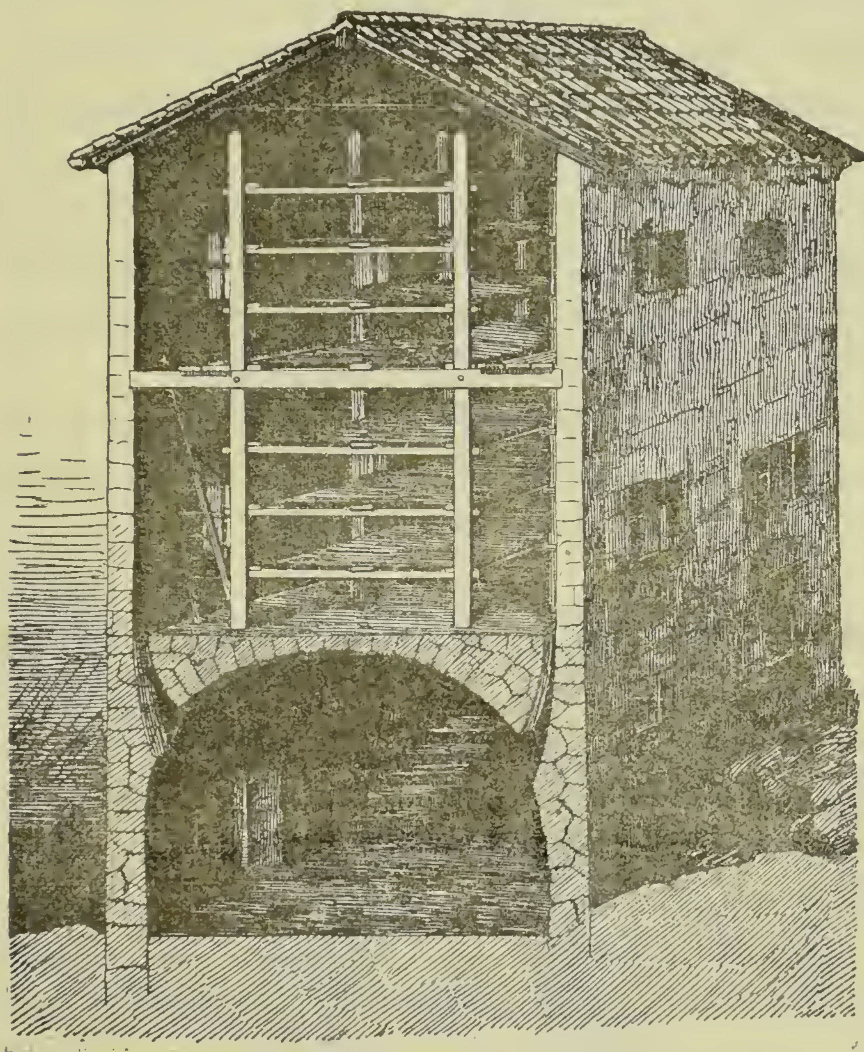


Fig. 18.— Magnanerie des Cévennes, d'après L. Pasteur.

dont les vitres sont remplacées par des feuilles de papier ; le toit, formé de tuiles en gouttière, est à claire-voie sur une largeur de 50 ou 60 centim. le long du faîte, de facon que l'air chaud et les vapeurs, en s'élevant, puissent s'échapper par les interstices des tuiles; quelques lucarnes peuvent aussi s'y ouvrir à volonté (fig 18).

L'air frais s'introduit par des trappes percées dans la voûte du cellier. On voit que tout l'ensemble est assez comparable à un énorme tuyau de cheminée dans lequel seraient logés les vers. La ventilation s'y effectue donc de bas en haut, et d'une manière d'autant plus facile que la température du dehors est plus froide. Mais quand elle dépasse 25° centigrades et que l'air est lourd, stagnant, on est fort embarrassé pour le faire circuler ; la plupart des magnaniers se décident alors à surchauffer, pour obliger l'air à reprendre un mouvement ascensionnel.

On évitera soigneusement de faire du cellier situé sous la magnanerie un magasin pour la feuille, parce que cette feuille serait une source d'humidité.

Magnaneries du Japon.— D'après une communication faite au Congrès séricicole de Milan par M. Sasaki, voici comment une magnanerie est installée au Japon.

Elle est au premier étage ; au milieu de la pièce, une brasière reçoit l'air en dessous, du rez-de-chaussée ; le plafond est percé de cinq trappes qu'on met à volonté en communication avec un lanterneau ; celui-ci peut d'ailleurs s'ouvrir, soit au nord, soit au midi, suivant que le vent souffle du midi ou du nord. Quant à l'introduction de l'air, elle se fait aussi largement qu'on veut, car les parois de la salle ne sont que de minces paravents glissant dans des coulisses, et qu'on peut enlever, de façon à ne laisser en place que les poteaux supportant la toiture ; celle-ci, comme le montre la fig. 19, s'étend sur une galerie qui règne tout autour de la salle, et qu'on peut fermer aussi extérieurement par des cloisons, quand le vent ou le froid rendent cette protection nécessaire.

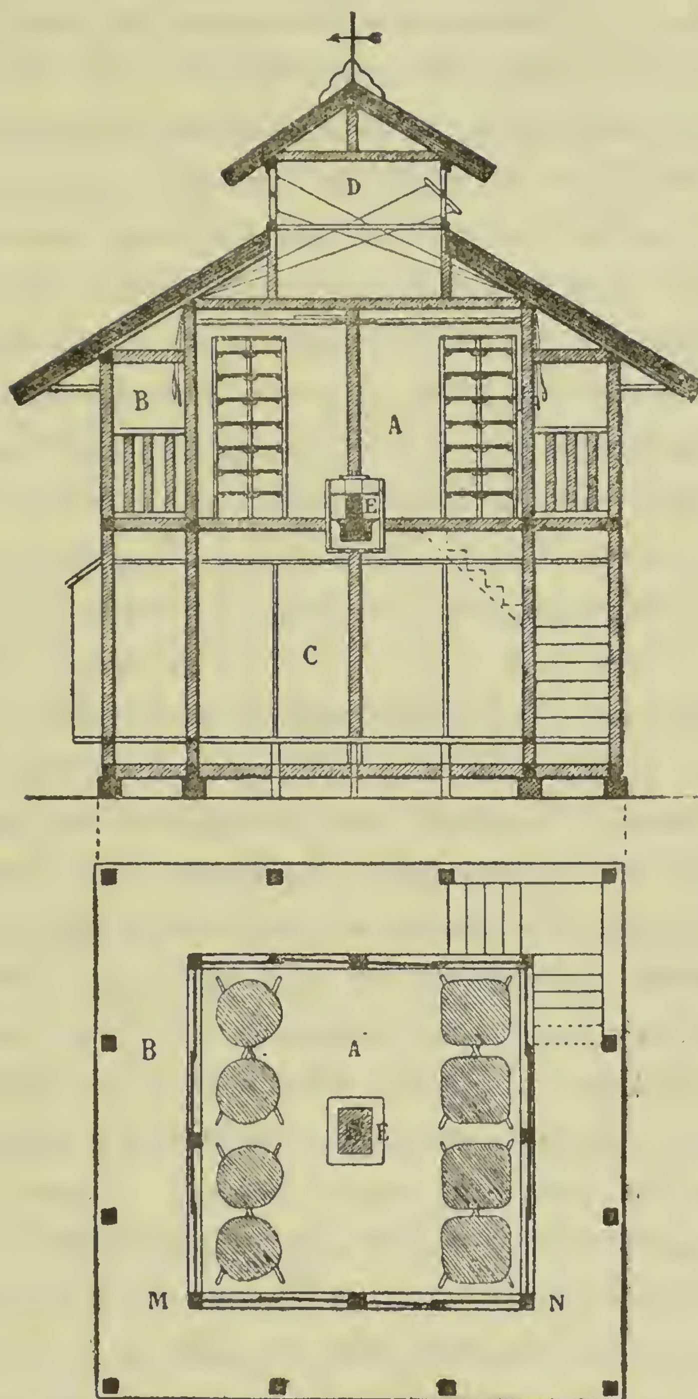


Fig. 19.—Plan et coupe d'une magnanerie japonaise (M N= 4 mèt.).
A, Salle d'élevage et étagères. — **B**, Verandah. — **C**, Magasin. — **D**, Lanterneau. — **E**, Brasière.

Magnaneries Dandolo.— Dandolo est le premier qui

ait cherché à assurer la ventilation par tous les temps, à l'aide de dispositions calculées dans ce but : son système repose sur les propriétés des cheminées. On sait que les cheminées ordinaires, en tant qu'appareils de chauffage, sont loin d'être économiques, car elles versent sur les toits, avec l'air écoulé, les neuf dixièmes de la chaleur du foyer ; mais précisément l'énorme débit d'air qu'elles produisent est, dans la circonstance actuelle, l'effet utile que l'on recherche. Avec une section de 20 décim. carrés et une vitesse de 2 mètres seulement par seconde, un tuyau de cheminée évacue 34,500 mètres cubes d'air en vingt-quatre heures. D'après M. Morin, 1 kilogr. de combustible brûlé correspond à un débit d'environ 140 mètres cubes à l'heure, si c'est du bois ; 200 mètres cubes, si c'est de la houille. Souvent même, sans aucun feu allumé, par le seul effet des différences de température à l'intérieur et à l'extérieur, une cheminée évacue plusieurs centaines de mètres cubes à l'heure. On comprend, d'après cela, que Dandolo ait muni ses magnaneries de nombreuses cheminées ; il les a destinées, non pas à chauffer la salle, mais à permettre d'y faire, par intermittence et quand il le faut, des flambées de sarments, de paille, de copeaux et autres combustibles légers, qui brûlent vite avec beaucoup de flamme, mettent l'air en mouvement et ne modifient guère la température à l'intérieur. Pour aider au renouvellement de l'air, Dandolo a encore percé des soupiraux au plafond, au plancher et dans les murs latéraux à toutes les expositions ; ces soupiraux sont tous munis de volets ou de registres, afin qu'en les ouvrant, où et comme il convient, on puisse établir des courants de haut en bas ou inversement, ou même des courants transversaux. Quant au chauffage, il

est effectué par un ou plusieurs poêles en maçonnerie complètement indépendants des cheminées.

Dandolo nous indique dans son livre les dimensions et l'agencement de plusieurs de ses magnaneries. La plus grande, destinée à élever vingt onces de graines, a 25 mètres de long, 10 mètres de large, et 6 mètres de hauteur sous le faîte ; il y a 5 fenêtres au nord, 5 au midi, 3 au couchant, et 3 portes au levant ; le sol est percé de 7 soupiraux ; le toit en a 8, et les murs 13, c'est-à-dire une sous chaque fenêtre ; enfin, il y a 6 cheminées et un grand fourneau. Les claies sont disposées sur trois rangs, et chaque rang a $1^{m},60$ de large.

Une deuxième magnanerie, destinée à élever 5 onces, a pour dimensions $13^{m},20$, 6 mètres et $4^{m},20$; il y a 4 fenêtres, 4 soupiraux latéralement, 4 au toit, 5 cheminées et 2 fourneaux.

Enfin des modèles plus petits, faits pour élever 1, 2 ou 3 onces, ont 2 cheminées, 1 fourneau, 2 à 4 fenêtres, et 2 à 4 soupiraux au toit, ainsi qu'aux murs latéraux.

On voit donc que c'est par un système d'ouvertures nombreuses et un emploi simultané des cheminées et des poêles que Dandolo a pourvu à la ventilation de ses magnaneries. Ce système peut paraître de prime abord un peu compliqué, mais il a un avantage immense, qui est de s'adapter sans beaucoup de dépense à tout appartement déjà construit ; en outre, il n'exige aucune précision dans les ajustements des portes et des fenêtres ; il s'accommode très bien de fermetures grossièrement faites, et la première chaumière venue peut ainsi se transformer en magnanerie. Dans les campagnes de la Lombardie, on n'en voit guère que de cette sorte ; toujours l'appel d'air est obtenu par un foyer intérieur.

Cependant on trouve dans une note de la correspondance de Dandolo, pour l'an 1818, qu'un certain Tadini lui proposa de produire l'appel d'air au moyen d'un foyer extérieur, installé par exemple au-dessus du plafond de la magnanerie ; cette idée lui parut très juste. On produirait ainsi, dit-il, d'une manière continue et sans échauffer la salle, un effet que les flambées ne produisent que d'une façon intermittente, en donnant toujours plus ou moins de chaleur.

Mais Dandolo mourut l'année suivante, et, selon toute apparence, ne put faire l'essai de ce procédé.

Magnanerie Darcet. — Le système qui consiste à chauffer l'air destiné à la magnanerie dans un calorifère extérieur appartient, d'après M. Perris [1], à M. de Sinéty.

L'inventeur se bornait, paraît-il, à introduire dans la salle l'air chaud, amené par des conduits qui partaient du calorifère.

Cette idée fut reprise en 1836 par Darcet, qui la combina avec celle de la cheminée d'appel, et créa ainsi sa magnanerie *à ventilation forcée,* qu'il appela aussi *magnanerie salubre.* Ici, plus de cheminées ni de soupiraux dans les murailles. En revanche, le plancher et le plafond sont perforés de plusieurs rangées de trous dont les diamètres vont en décroissant d'un bout de la salle à l'autre ; ces trous conduisent à des gaînes qui servent, celles du plafond à évacuer l'air vicié, et celles du plancher à amener l'air neuf, qui est le plus souvent de l'air chaud. La prise d'air, en effet, a lieu dans une chambre spéciale placée sous la magnanerie et dans laquelle on

[1] Perris ; *Traité de la culture du mûrier, de l'établissement des magnaneries et de l'éducation des vers à soie.* Mont-de-Marsan, 1846.

mélange à volonté l'air chaud d'un calorifère, l'air froid d'une cave ou d'une glacière, et même l'air extérieur ; il

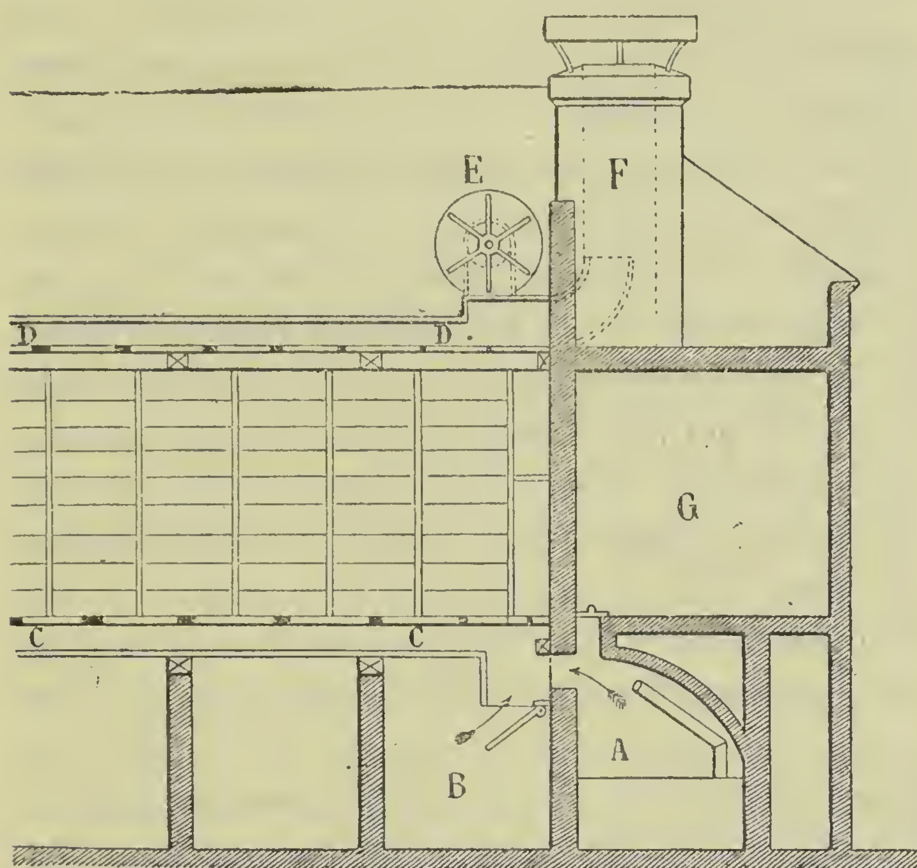


Fig. 20. — Magnanerie Darcet.

A, Calorifère. — **B**, Entrée de l'air frais. — **C**, **D**, Gaînes pour l'entrée et la sortie de l'air. — **E**, Tarare.— **F**, Cheminée. — **G**, Salle d'incubation.

suffit pour cela d'ouvrir ou de fermer les soupapes de conduits ménagés pour cela.

Les gaînes d'air vicié aboutissent d'autre part à une puissante cheminée d'appel dont le tirage est déterminé par le foyer du calorifère, et d'un petit fourneau spécial qu'on allume au besoin. Enfin, si l'aspiration de la cheminée est insuffisante, un tarare lui vient en aide pour puiser l'air des gaînes et le verser dans la cheminée. Tel

est en peu de mots le système qu'a imaginé Darcet pour *obliger* l'air à traverser de bas en haut toute la magnanerie.

Dans le principe, il avait calculé les dimensions des appareils pour renouveler l'air de la magnanerie seulement deux fois par heure ; mais il reconnut bientôt que ce ne serait pas trop, pour le Midi du moins, de doubler cette puissance de ventilation, et notamment de donner au tarare des dimensions telles qu'il fût aisé de porter la vitesse de l'air à 5 ou 6 mètres par seconde (*Annales de la Société séricicole*, (tom. IV, p. 150); une telle vitesse ne pourrait pas être obtenue par l'action seule de la cheminée, sans une forte consommation de combustible.

Quant aux dimensions des gaînes et de la cheminée, voici comment Darcet les calcule. Soit A litres le volume de la magnanerie ; si on doit renouveler l'air tous les quarts d'heure, il faudra y faire entrer A litres en 900 secondes, ou A/900 litres par seconde. Si les gaînes sont égales entre elles, qu'il y en ait trois, par exemple, et que la vitesse de l'air doive y être de 10 décimètres par seconde, la section de chaque gaîne sera A/27,000 décimètres carrés. La somme des trous à percer sur chaque gaîne sera égale à la section de la gaîne, augmentée de 1/5 à cause des frottements. Enfin la section de la cheminée sera le double de celle du conduit total où aboutit l'air vicié.

Le système de Darcet, en principe, est irréprochable. Il n'y a pas de doute que si l'air des gaînes inférieures est plus chaud que celui de la salle, il montera de lui-même vers les orifices d'appel, et, s'il est plus froid, il sera encore forcé de monter de même, par l'action aspirante du tarare et de la cheminée.

Cependant, dans la pratique, on a été rarement satisfait du fonctionnement des magnaneries ainsi installées ; dans les cas de touffe, la ventilation a été presque toujours mauvaise. Les uns l'ont attribué à l'insuffisance des dimensions du tarare, les autres à la trop faible section des gaînes ; d'autres encore à l'obstacle apporté par les claies à la circulation de l'air ; mais personne, je crois, n'a remarqué la cause la plus probable de cet insuccès. Je l'attribuerais à la fermeture imparfaite des ouvertures latérales, portes et fenêtres, qui, en général, dans les magnaneries, sont mal closes, et pourtant doivent fermer hermétiquement partout dans le système de Darcet. Ces ouvertures fournissent de l'air, autant et peut-être plus que les gaînes inférieures, et amoindrissent d'autant l'effet utile de celles-ci ; celles-ci, dans les cas de touffe, doivent même se trouver quasi annihilées, et la ventilation devenir très mauvaise dans la partie voisine du sol.

Magnanerie Robinet. — Si cette explication est exacte, elle rendra compte aussi de l'utilité d'une modification proposée par M. Robinet aux dispositions de Darcet. Au lieu de placer le tarare sous les combles, M. Robinet l'a établi dans la chambre à air et a mis des conduits qui amènent l'air du dehors vers l'axe de rotation de l'appareil, de sorte qu'alors le tarare agit par propulsion ; l'air est ainsi chassé dans les gaînes inférieures et pénètre forcément dans la magnanerie. La ventilation avec de l'air frais se fait par ce moyen aussi énergiquement que dans le dispositif Darcet avec l'air chaud. Une autre conséquence avantageuse de la modification imaginée par M. Robinet consiste dans la suppression des gaînes supérieures et de la cheminée d'appel ; il

suffit que le plafond soit percé d'orifices convenables et le comble supérieur, de quelques lucarnes.

M. Robinet [1] a donné le plan d'une magnanerie disposée pour douze onces de graine : le plancher est à

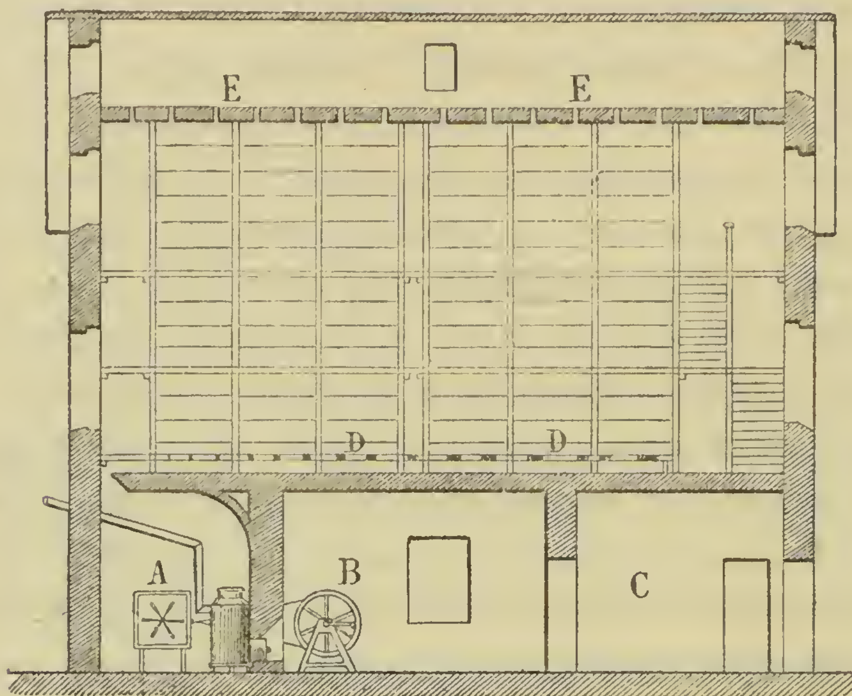


Fig. 21. — Magnanerie Robinet.

A, Chambre d'air avec poêles et tarare. — **B**, Magasin pour la feuille. — **C**, Salle pour l'incubation. — **DD**, Orifices pour l'entrée de l'air. — **EE**, Orifices pour la sortie de l'air.

3m,30 du sol, et le plafond, à mi-toiture, se trouve porté à 10m,60 ; les murs ont 9 mètres de hauteur ; la longueur du bâtiment est de 13m,60 intérieurement, et sa largeur de 8 mètres. La chambre d'air a 3 mètres sur 8 ; elle est pourvue de deux poêles et d'un tarare dont l'arbre a 1m,20 de long, et les palettes 1 mètre sur 0m,27, le vide autour de l'arbre étant de 0m,26. (Voir fig. 21.)

Magnanerie Aribert. — Dans les magnaneries de

[1] Robinet ; *Manuel de l'éducation des vers à soie.* Paris, 1848.

Darcet et de M. Robinet, l'air, qu'il soit chaud ou qu'il soit froid, est toujours dirigé de bas en haut. M. Aribert, en 1852, a imaginé d'appliquer aux magnaneries le système de la ventilation renversée : toutes les ouvertures latérales étant fermées, l'air chaud d'un calorifère est amené par un large conduit jusqu'au plafond supérieur de la salle, où il se brise et s'étale en nappe horizontale ; cette nappe, refoulée par celle qui lui succède, descend ensuite peu à peu, et finalement arrive au sol, où elle trouve le conduit d'aspiration d'une cheminée d'appel qui l'emporte au dehors. Quand la chambre à air, au lieu d'air chaud, doit fournir de l'air froid, on bouche les conduits d'air chaud, on ouvre une trappe ménagée à cet effet dans le plancher, et on débouche en même temps près du plafond une ouverture dans la paroi de la cheminée d'appel ; l'air froid est obligé de monter de la trappe à l'ouverture en question. Ce système est, comme celui de Darcet, très bon en principe, mais il a également l'inconvénient d'exiger beaucoup de précision dans les ajustements des fermetures, et, de plus, il faut que le foyer de la cheminée d'appel soit constamment allumé. Il faut, d'après M. Aribert, que chaque mètre carré de surface de claies couvertes de vers reçoive 500 mètres cubes d'air en vingt-quatre heures. En supposant 40 mètres carrés à l'once, cela fait 20,000 mètres cubes d'air, c'est-à-dire deux fois plus que n'exigent les calculs faits plus haut pour l'appareil Darcet ; aussi M. Aribert donne-t-il à tous les conduits des sections très fortes, et il porte à près de 3 mètres par seconde la vitesse d'écoulement dans la cheminée. Les éleveurs de l'Isère [1] qui ont

[1] *Almanach agricole* publié par la Société d'Agriculture de Grenoble. Grenoble, 1854.

essayé son système en ont été, paraît-il, très satisfaits.

Magnaneries économiques.--Entre tous les systèmes que nous venons d'étudier succinctement, le choix n'est pas facile quand on n'a pas égard au côté économique de la question ; mais, dans l'état actuel de l'industrie séricicole, on est obligé de tenir grand compte du prix de revient de l'installation ; dès lors le dispositif des Cévennes et celui de Dandolo offrent des avantages évidents ; viendrait ensuite celui de M. Robinet. On pourrait encore adopter une combinaison des deux premiers systèmes, qui consisterait à munir la magnanerie des Cévennes d'un plafond percé de trappes assez larges, et d'une ou deux cheminées à grande section ; le plafond aurait pour but de protéger la salle contre le froid ; les cheminées serviraient à la ventilation dans les cas de touffe.

Enfin il y a un dernier moyen, qui est à la portée de tout le monde, pour simplifier le problème de la ventilation : c'est de n'introduire dans la salle que des quantités de vers assez restreintes relativement à sa capacité ; de cette façon, sans aucune appropriation spéciale, un appartement quelconque peut servir de magnanerie. En effet, non seulement la vaste capacité de l'enceinte retarde le moment où l'altération de l'air atteint la limite tolérable, mais encore le nombre et la grandeur des portes et fenêtres rendent la ventilation naturelle plus active. La vaste surface des murs produit un effet analogue, qui n'est nullement négligeable, ainsi que nous allons le voir.

Porosité des murailles. — Auvents. — Dans un article récent de la *Revue des Deux-Mondes* [1], M. Radau a

[1] 15 juillet 1883.

bien fait ressortir l'heureuse influence de la porosité des murailles ; il cite des expériences de M. Pettenkofer, qui prouvent que l'air traverse avec une grande facilité les murailles en briques : ainsi, dans une chambre de 75 mètres cubes entièrement close, une différence de température de 19° avec celle de l'air ambiant a produit en une heure une évacuation égale à 75 mètres cubes, c'est-à-dire a renouvelé entièrement l'air ; une différence de 1° faisait passer en une heure 245 litres d'air par chaque mètre carré de la surface libre du mur.

Cette perméabilité de la brique et de tous les matériaux de construction doit être prise en considération dans les calculs sur la ventilation des édifices.

En ce qui regarde spécialement les magnaneries, il est intéressant de noter ce fait, que l'humidité des murailles diminue beaucoup leur perméabilité aux gaz; c'est une raison de plus à ajouter à toutes celles que nous avons données pour expliquer le bon succès des éducations pendant les saisons sèches et froides, qui sont celles où aucune pluie ne vient mouiller les murailles des magnaneries.

Nous voyons par là combien il est avantageux de choisir des matériaux poreux pour la construction des murailles des magnaneries. Il n'importe pas moins de disposer les constructions de façon que cette perméabilité se conserve en temps de pluie, car c'est justement à ce moment qu'elle est le plus utile. Par conséquent, il convient que les toitures *se prolongent en forme d'auvents* pour abriter ces murailles contre la pluie. Chez beaucoup de paysans des Cévennes, un escalier extérieur couvert remplit parfaitement cet office, d'un côté au moins de l'édifice. La galerie couverte qui entoure la magnanerie japonaise est encore plus efficace.

Aucun constructeur, que je sache, n'a tenu compte de ces faits pour dresser le plan d'une magnanerie modèle. En cela comme en bien d'autres choses, la pratique a su trouver des combinaisons qu'on ne sait pas de prime abord apprécier autant qu'elles le méritent.

Hygromètres. — Il n'est pas nécessaire d'apporter une grande précision dans l'évaluation du degré de sécheresse de l'air d'une magnanerie ; ce degré peut varier entre des limites fort étendues sans que les vers en souffrent. Avec un peu d'attention, on voit, à l'aspect seul des litières, si l'air est trop sec ou trop humide. Dans les premiers âges surtout, il convient que la feuille ne se dessèche pas trop vite ; aussi est-on fréquemment obligé à cette époque d'arroser le sol et de tenir des bassins d'eau sur les poêles. Dans les derniers âges, c'est le contraire : les litières et les vers ne mettent que trop d'humidité dans la salle ; c'est alors qu'on délite souvent et qu'on fait des flambées légères dans les cheminées, surtout lorsqu'il pleut.

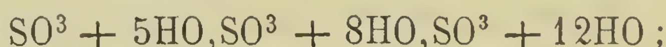
Quand on veut être averti plus exactement de l'état hygrométrique de l'air, il faut suspendre dans la magnanerie un ou plusieurs instruments servant à cet usage, et qu'on nomme *hygromètres*. Il est inutile d'avoir des hygromètres d'une exactitude rigoureuse, comme ceux dont les physiciens font usage ; on peut se contenter parfaitement de ceux qu'a inventés de Saussure, et qui sont fondés sur la propriété qu'ont les cheveux de s'allonger par l'humidité, et de revenir à très peu près à leur longueur primitive quand l'air revient au degré primitif de sécheresse. Tout le monde peut fabriquer un de ces instruments : il suffit de prendre un cheveu bien dégraissé,

de le fixer par un bout, et d'attacher l'autre bout au petit bras d'un levier, de sorte que le long bras taillé en forme d'aiguille indique, en l'amplifiant, sur un arc divisé, l'allongement du cheveu ; le petit bras doit être lesté pour que son poids dépasse un peu celui de l'aiguille. On peut aussi, au lieu d'un levier, employer une petite poulie sur laquelle le bout du cheveu vient s'enrouler et s'attacher, tandis qu'un fil enroulé en sens contraire et tendu par un poids léger sollicite la poulie à tourner dans la direction opposée. Enfin, au lieu d'un cheveu, on peut prendre un crin de cheval, qui est moins sensible, mais plus résistant à la rupture.

Pour graduer un hygromètre ainsi fait, il faut noter le point où s'arrête l'index, quand l'instrument a séjourné au moins cinq minutes dans un air très sec, par exemple dans une caisse à demi pleine de fragments de chaux vive ; à ce point, l'humidité étant nulle, on marque zéro. On porte ensuite l'hygromètre sous un bocal mouillé d'eau, et au point où s'arrête l'index, l'air étant saturé, on marque 100. On divise l'arc compris entre 0 et 100 en cent parties égales. Mais il faut remarquer que les chiffres de ces divisions n'indiquent pas immédiatement la fraction de saturation de l'air, car, lorsque l'aiguille est entre 50 et 55, la fraction de saturation n'est que 1/3, c'est-à-dire que l'air ne contient que le tiers de la vapeur d'eau qu'il pourrait contenir ; lorsqu'il en contient la proportion 1/2, l'aiguille marque de 73 à 75. Voici d'ailleurs le tableau de la correspondance des degrés avec les fractions de saturation :

Degrés des hygromètres à cheveu.	Fraction de saturation, ou état hygrométrique.
0	0
2 à 4	2 pour 100
14 à 19	9 —
35 à 40	19 —
51 à 56	31 —
58 à 61	35 —
65 à 68	44 —
71 à 72	48 —
76 à 78	54 —
83	62 —
86 à 87	68 —
91 à 93	77 —
100	100 —

M. Regnault a observé que les états hygrométriques 0,19 ; 0,48 ; 0,68 sont ceux qu'on obtient en vase clos, à 5° centigrades, dans les atmosphères qui surmontent les liquides ayant les compositions suivantes :



$$SO^3 + 5HO, SO^3 + 8HO, SO^3 + 12HO\,;$$

ce sont autant de points de repère qu'un chimiste peut utiliser pour la graduation des hygromètres à cheveu.

En général, on tâche de maintenir l'air de la magnanerie à un degré de sécheresse tel que les aiguilles des hygromètres ne dépassent pas les limites 65 d'une part et 95 de l'autre.

Alimentation.—Le nombre des repas à donner aux vers chaque jour doit être en proportion de la chaleur et du degré de sécheresse de l'air : plus l'air est chaud et sec, plus il faut des repas nombreux. Il convient de donner aux vers jeunes, c'est-à-dire de l'éclosion à la deuxième ou même à la troisième mue, six à huit repas en vingt-quatre heures ; après la troisième mue, on ne donne plus

que quatre repas, mais ils sont naturellement beaucoup plus copieux ; d'ailleurs on se règle, en cette matière, sur l'appétit des vers. Afin de donner une idée des poids de feuilles que consomment chaque jour les vers issus de 25 grammes de graine, nous rapporterons ici les chiffres relevés par Dandolo dans une des éducations qu'il fit, en 1813, à Varèse. Cet habile praticien donnait quatre repas par jour ; cette année-là, ses vers vécurent trente-deux jours, de l'éclosion à la montée, et la température, qui était d'abord de 25° centigrades, descendit progressivement à 21°. La récolte fut de 57k,2 de cocons par once de 25 grammes dans une chambrée d'environ 5 onces.

Poids de feuille nécessaire pour une once, d'après DANDOLO.

JOUR.	1er AGE.	2e AGE.	3e AGE.	4e AGE.	5e AGE.
	k	k	k	k	k
1er.....	0.350	1.680	2.800	9.100	16.800
2e.....	0.560	2.800	8.400	14.000	25.200
3e......	1.120	3.080	9.100	21.000	39.200
4e.....	0.630	0.840	4.900	23.800	50.400
5e......	0.140		2.800	11.900	75.600
6e.....			0.000	2.800	91.000
7e.....					84.000
8e.....					61.600
9e.....					46.200
10e.....					22.400
TOTAUX...	2.800	8.400	28.000	82.600	512.400
Epluchures.	0.700	1.400	4.200	12.600	47.600
TOTAUX...	3.500	9.800	32.200	95.200	560.000
TOTAL GÉNÉRAL : 701 kilogrammes.					

Le poids total de la feuille détachée de l'arbre fut de

750 kilog. ; il y eut donc 49 kilog. de déchet, soit par évaporation, soit autrement.

On retrouva dans la litière 275^k,100 de feuille non mangée, ce qui réduit à 360^k,500 le poids de feuille réellement consommée. Les excréments pesaient 72^k,800. En retranchant de la feuille ingérée 360^k,5, le poids des cocons et des excréments 57^k,2 + 72^k,8, la différence représente la perte en vapeur d'eau et gaz divers, qui fut égale à 230^k,5.

Tous ces chiffres se rapportent à une récolte de 57^k,2. Si on suppose, suivant les données de Dandolo, 472 cocons au kilog., il s'ensuit que le nombre des vers vivants à la montée n'était que de 27,000, tandis qu'à raison de 1,400 œufs au gramme, ce nombre aurait pu être de 35,000.

Si on suppose le nombre des vers de 30,000 à la montée, ce qui ferait 63 kilog. de récolte, les chiffres de Dandolo devront être augmentés de 1/9 de leur valeur. On aura alors :

Poids de feuille nécessaire (pour 30.000 vers).

	Feuille mondée.	Épluchures.	Poids total.
1er âge........	3.11	0.78	3.89
2 —	9.33	1.55	10.88
3 —	31.10	4.66	35.76
4 —	93.30	14.00	107.30
5 —	569.00	52.90	621.90
TOTAUX.......	705.84	73.89	779.63
Eau évaporée et déchet..................			54.40
Poids total de la feuille détachée de l'arbre...			834.13

Et la balance d'entrée et de sortie sera donnée par les chiffres suivants :

Feuille ingérée................		(entrée)	400 kil.
Poids des cocons......	63 kil.	(sortie)	144 —
— excréments..	81 —		
Perte en eau et gaz..........		(différence)	256 kil.

D'autres auteurs estimés : Lambruschini, Haberlandt, Nenci, estiment la consommation à des quantités un peu plus grandes que ne le fait Dandolo. Il est évident qu'il ne peut y avoir rien d'absolu dans ces évaluations, car elles dépendent de la qualité des feuilles, de l'abondance des mûres et épluchures, de l'espacement et de la race des vers, enfin de la durée de l'éducation. Aussi ne faut-il user de ces chiffres qu'à titre de renseignement approximatif et se laisser guider toujours par l'appétit des vers. Dandolo recommande expressément *de ne pas donner de feuille neuve tant qu'il en reste qui paraisse mangeable.* Souvent les fermiers gaspillent la feuille dans le seul but d'avoir pour eux un plus grand poids de fumier. Une stricte surveillance est nécessaire si on veut agir avec économie.

Poids de feuille estimée adulte. — Les poids de feuille indiqués ci-dessus sont les poids *réels*. Lorsqu'on achète par avance les arbres, en estimant ce qu'ils donneront de feuille *adulte*, il faut prévoir que les arbres cueillis en premier lieu seront loin de fournir des poids aussi considérables ; les 200 kilog. nécessaires pour les quatre premiers âges correspondent bien à 400 kilog. de feuille adulte; ajoutons-y 700 à 800 kilog. pour le dernier âge, et nous aurons un total de 1,100 à 1,200 kilog. de feuille adulte, correspondant à l'élevage d'une once. Ces évaluations concordent bien avec la règle pratique usitée dans les Cévennes, qui veut qu'à la quatrième mue

il n'y ait encore *qu'un arbre sur trois* dépouillé de ses feuilles.

L'estimation sur l'arbre exige une grande habitude. D'après M. de Gasparin, voici les poids de feuille que donnent au printemps, sous le climat du Vigan, des mûriers plantés à sept mètres de distance :

A 1 an	0 k.	90	A 12 ans	69 k.	90
2	0	0	13	75	1
3	3	2	14	77	6
4	11	4	15	84	5
5	17	9	16	88	6
6	25	7	17	91	8
7	32	7	18	94	3
8	42	6	19	96	5
9	48	3	20	98	2
10	52	8	21	99	0
11	64	6	22	100	0

A partir de 22 ans, le mûrier soutient sa production à ce chiffre de 100 kilog. pendant une vingtaine d'années, puis décline peu à peu, et meurt généralement peu après sa 60e année. Mais si les arbres étaient plus espacés et non soumis à la taille, ils vivraient trois cents ans et plus.

Ajoutons encore, pour terminer ce qui a rapport à l'approvisionnement de feuille, que, pour la commodité de la cueillette, les arbres taillés de l'année précédente sont les plus avantageux, mais que, pour la finesse de la feuille, on doit préférer celle des arbres taillés depuis trois ou quatre ans, ou davantage. Enfin, s'il s'agit d'acheter la feuille sur pied, on fera attention qu'il y a des pieds où les mûres sont en surabondance et occasionnent un gros déchet à la récolte.

La feuille sur pied se vend en moyenne 5 fr. les 100 kilog. et 6 à 7 fr. toute ramassée.

Soins relatifs à la feuille. — La cueillette de la feuille se fait dans des sacs dont l'ouverture est maintenue béante à l'aide d'un cerceau ; la feuille y est froissée, tassée à outrance, et s'échauffe rapidement. Cependant on ne remarque pas que ce traitement la rende nuisible aux vers, à la condition cependant qu'on se soit hâté de la répandre en une couche de 20 à 30 centim. seulement d'épaisseur, sur un sol bien propre, dans un local frais, et qu'on l'ait agitée avec des fourches, pour dissiper tout échauffement.

Si la feuille est fine et maigre, on peut la distribuer de suite après la cueillette ; mais si elle est forte, grasse, aqueuse, il faut la laisser s'amatir au moins vingt-quatre heures. Cette règle se trouve déjà dans un opuscule de Polfranceschi (1626). Dandolo non plus n'est pas d'avis que la feuille soit donnée fraîche ; un repos de vingt-quatre ou quarante-huit heures, dit-il, lui procure une maturité qu'elle ne possédait pas.

Beaucoup de bons magnaniers veillent aussi à ce que la feuille, avant d'être distribuée, ait pris une température peu différente de celle de la magnanerie ; il suffit pour cela de l'y apporter un quart d'heure d'avance dans des corbeilles où elle ne soit pas tassée.

C'est surtout quand la feuille est dure, et en partie avariée par la gelée, qu'il faut aller lentement, tenant les vers à basse température, afin qu'ils mangent peu ; on gagne ainsi du temps, et la nouvelle feuille se développe encore assez tôt.

La feuille enduite de miellat doit être rejetée. On

peut, au contraire, distribuer sans crainte celle qui offrirait quelques taches de rouille ; ces taches sont produites par une végétation cryptogamique (*septisporia mori*) que les vers ont l'instinct de ne pas manger.

Si la pluie survient, Dandolo recommande que la feuille mouillée soit séchée avant d'être distribuée aux vers ; on l'étend pour cela sur des briques poreuses, ou on la secoue entre les plis d'une grande toile. Il vaut mieux, dit-il, faire un peu jeûner les vers, en abaissant la température, que de donner de la feuille mauvaise ou mouillée. Couper des branches garnies de feuilles afin de les faire sécher n'est pas pratique, si ce n'est pour de toutes petites éducations.

Coupe-feuilles. — Tant que les vers sont jeunes, c'est-à-dire jusqu'à la troisième mue, et même à la quatrième, on coupe la feuille en brins assez menus pour que les vers ne puissent pas se perdre au-dessous. On se sert pour cela de couteaux bien affilés et bien propres.

On peut employer aussi des machines; celle qui est en usage dans la Lombardie est une des meilleures : elle se compose (fig. 22) d'un auget rectangulaire A porté sur trois pieds, et qui reçoit la feuille; à l'un des bouts, la paroi manque, et à sa place peut se mouvoir un couteau à large lame B, articulé avec le levier C Sur l'auget, se rabat à volonté un couvercle D, en pivotant autour d'une broche E, dont les extrémités sont retenues dans deux rainures verticales ; ce couvercle se manœuvre à l'aide de la poignée F. La feuille étant tassée sous le couvercle, on commence à abattre à l'aide du couteau la portion qui déborde de la caisse. Voici maintenant par quel mécanisme la feuille progresse vers la lame, de quanti-

tés à peu près égales, à chaque mouvement de va-et-vient du couteau.

La feuille placée dans l'auget repose dans le repli d'une bande de toile, dont on voit une des extrémités en

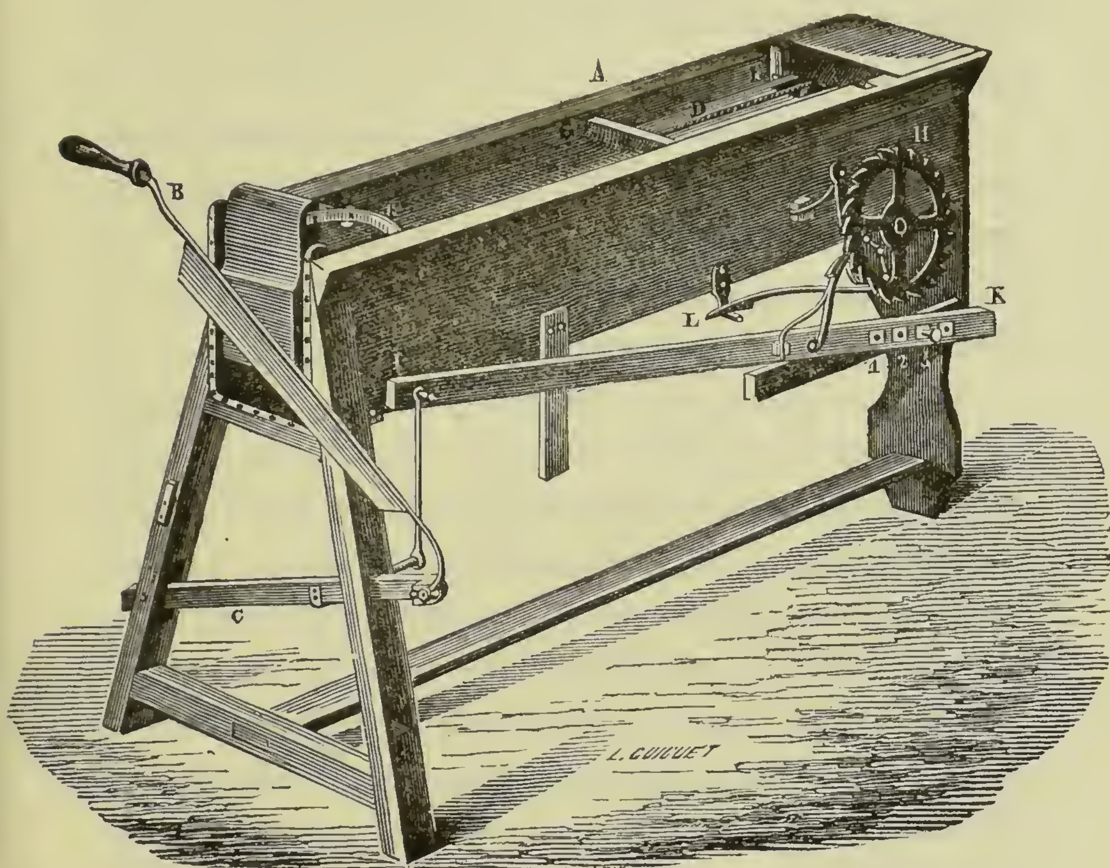


Fig. 22. — Coupe-feuilles.

G; l'autre extrémité se trouve en dessous de l'auget, et deux cordes la tirent en s'enroulant sur un treuil qui fait corps avec la roue dentée H. Cette roue est mise en rapport avec le levier IK, et par suite avec le couteau, au moyen d'un encliquetage qui fonctionne quand le crochet L est détaché. Alors, en soulevant le couteau, le levier IK pousse la roue d'un certain nombre de dents; les cordes, par suite, s'enroulent sur le treuil, diminuant

d'autant la profondeur du cul-de-sac de la bande de toile et, par conséquent, obligeant la feuille à s'avancer vers la lame.

Quand l'auget se trouve vide, on remet en place le crochet L, afin que la roue dentée puisse tourner librement; on ouvre le couvercle et on renouvelle la provision de feuilles.

Le point d'articulation de levier IK peut être transporté à volonté en l'un des points 1, 2, 3, 4, de sorte que chaque mouvement du couteau fasse tourner la roue de 1, 2, 3, ou 4 dents; on coupe ainsi la feuille en lanières plus ou moins fines.

Si on n'a pas épluché la feuille avant de la mettre dans l'auget, il est bon de la jeter, une fois coupée, sur un tamis qui sépare les mûres et les petits fragments des queues dont le poids chargerait inutilement les litières.

Après la quatrième mue, il y a beaucoup de personnes qui ne coupent plus la feuille, et même la distribuent non épluchée, adhérente aux petites brindilles détachées des arbres; la litière se trouve augmentée d'autant, mais elle est moins compacte et, par suite, mieux aérée, et les vers profitent mieux des résidus de feuille tant qu'ils sont mangeables.

Économie par l'usage des rameaux. — Quand on élève les vers sur des claies, comme c'est l'usage dans nos contrées, il y a nécessairement une grande quantité de feuille perdue dans les litières; ce n'est qu'avec une économie sévère que cette perte est limitée à 300 kilog. sur un total de 800 kilog.

Par le système de l'élevage aux rameaux, on peut la réduire dans une forte proportion.

D'après M. Ottavi, qui a expérimenté à ce point de vue le système Cavallo, la consommation d'une once ne serait que de 500 kilog., au lieu de 800; cette économie n'étant fondée que sur une meilleure utilisation de la feuille par les vers, qui la trouvent toujours aérée et propre ; est parfaitement admissible, et si on considère en outre le grand avantage qu'il y a de ne pas déliter quotidiennement, on ne peut que conseiller l'essai de ce système. La taille annuelle des mûriers fût-elle même un peu plus préjudiciable à leur durée que la taille bisannuelle, ce qui n'est pas prouvé, on pourrait bien accepter cet inconvénient en faveur du profit immédiat qui en résulterait.

Mais, d'autre part, on objecte contre l'élevage aux rameaux, qu'il est fort pénible de transporter des branchages qui pèsent autant que les feuilles, qu'il est presque impossible de faire provision de ces rameaux pour le lendemain, parce que la feuille s'y flétrit bien plus vite que détachée; dès lors, en cas de pluie, on est presque forcément à court de feuille. On ajoute enfin que les vers, ne quittant pas tous à la fois les vieux branchages, deviennent inégaux, ce qui prolonge fort longtemps la durée de la montée à la bruyère.

Il n'est donc pas encore prouvé que ce système vaille mieux que celui des claies, au moins dans nos contrées.

Propreté de la feuille. — Ce n'est pas tout d'avoir fait choix de beaux mûriers, d'en avoir cueilli et conservé la feuille avec tous les soins voulus; il faut encore veiller à ce que cette feuille *soit propre et reste propre* pendant qu'on la distribue aux vers et que les vers la mangent. La feuille peut en effet être revêtue de poussières appor-

tées par l'air, et qui renferment, outre les substances minérales, dont l'action sur le ver est généralement insignifiante, des germes organisés capables de lui porter grand préjudice : par exemple, des spores de muscardine, des corpuscules de la pébrine, des ferments et même des germes de vibrions.

Si l'on considère la feuille prise sur les mûriers, et s'il s'agit de mûriers en plein champ, le nombre des germes organisés qui peuvent la souiller est d'ordinaire tout à fait négligeable : ce qui le prouve, c'est que les vers mangent cette feuille sans aucun dommage pour leur santé. Il en est autrement des mûriers voisins des habitations ou près desquels on a jeté des litières de magnaneries; on fait bien de cueillir la feuille de ces arbres dès qu'elle est sortie du bourgeon, ou d'attendre qu'une longue pluie l'ait bien lavée.

Mais ce n'est pas au dehors que la feuille de mûrier se charge le plus de poussières nuisibles : c'est d'habitude dans la magnanerie elle-même. Il est rare de trouver, dans les campagnes, des locaux nettoyés à fond, c'est-à-dire blanchis au lait de chaux, puis soumis à d'énergiques fumigations d'acide sulfureux. Les claies, paniers, montants et ustensiles de toutes sortes servant aux vers ont besoin aussi de lavages, soit au lait de chaux, soit au sulfate de cuivre, soit à l'eau phéniquée. Les corridors, greniers, celliers, d'où l'air peut venir dans la magnanerie, doivent être aussi nettoyés. Quand il y a eu de la muscardine surtout, les moindres recoins peuvent recéler les spores du fatal champignon. On aurait dû brûler de suite ou enfouir toutes les litières et bruyères ; au contraire, on les garde comme à plaisir dans l'angle d'une cour ou sous quelque hangar voisin : cela suffit

pour tout perdre l'année d'après. On ne saurait trop se pénétrer du danger qui peut provenir de ces vieilles poussières.

A ce sujet, il est bon de signaler la différence de vitalité des germes des diverses maladies. M. Pasteur a reconnu qu'au bout d'un an, ceux des corpuscules de pébrine sont devenus inertes. Les spores ou kystes provenant des vibrions de la putréfaction vivent un nombre d'années indéfini ; du reste, leur présence est constante dans toutes les poussières, et, dès que ces germes rencontrent un milieu chaud et humide propre à leur développement, ils mettent en liberté des vibrions-bâtonnets qui se multiplient rapidement par scissiparité ; il résulte de là qu'on peut obtenir la flacherie en faisant manger à des vers de la feuille souillée de vieilles poussières corpusculeuses ; ces vieilles poussières contiennent des germes de vibrions, qui sont seuls à se développer.

Ce n'est pas assez que les locaux soient propres quand on y installe les vers. Il faut encore les maintenir propres pendant la durée de l'élevage. Ainsi, il ne faut pas balayer en faisant des tourbillons de poussière, surtout pendant que les vers mangent : le mieux serait d'éponger le sol de proche en proche et de ne pas se servir de balais. Il ne faut pas non plus déliter en précipitant les vieilles litières du haut en bas des claies, ni les emporter dans des corbeilles d'osier qui sèment des poussières partout. Mieux vaudrait ne pas déliter du tout. Pour bien procéder, il faut qu'un papier sans fin, ou au moins en grandes feuilles, soit étendu sur les claies, afin que, lorsque les vers ont été levés et qu'il ne reste que la litière, cette litière soit roulée avec le papier, en commençant par un bout de la claie et allant jusqu'à l'autre bout. Le rouleau

ainsi fait est déposé doucement dans une caisse faite exprès, bien jointée, qui sert à l'emporter hors de la magnanerie. Dans ses recherches au Pont-Gisquet, M. Pasteur s'était astreint à emporter toujours hors de la magnanerie et à déliter au dehors, un par un, tous les paniers qui contenaient ses divers lots ; c'était le meilleur moyen d'éviter la contagion par les poussières.

Il ne faut pas non plus laisser s'approcher des vers les personnes qui sortent d'une magnanerie où il y a des vers malades. Elles peuvent apporter sur leurs vêtements et disséminer autour d'elles des germes de maladie.

Enfin, recommandons encore une fois le large espacement des vers, pour éviter la contagion, en cas de maladie.

Chauffage des magnaneries. — Nous avons vu que, dans des limites assez étendues, ni le froid ni la chaleur ne portent préjudice à la santé des vers. Mais cela ne veut pas dire que dans la pratique il soit indifférent de les tenir à une température quelconque.

En effet, au-dessous de 20°, les éducations se prolongent trop longtemps ; il y a beaucoup de journées d'ouvriers à payer, beaucoup de feuilles restent perdues sur les claies ; et si quelque maladie à marche lente, comme la pébrine ou la muscardine, intervient, on risque de perdre beaucoup de vers. On ne peut pas davantage conseiller de hautes températures, qui s'écarteraient trop de la température ambiante, surtout pendant la nuit ; les ouvriers seraient trop exposés à des variations brusques de chaud et de froid ; quant aux vers eux-mêmes, dans ces conditions, la moindre négligence au point de vue de l'alimentation leur serait très préjudiciable ; enfin,

d'après Dandolo, les vers trop chauffés jettent leur soie avec tant de précipitation, qu'elle est très grossière : à longueur égale, elle pèse plus que celle des cocons produits de 20 à 25° ; il y aurait même du déchet, non seulement dans la qualité de la soie, mais dans sa quantité.

En pesant ces diverses considérations, on ne peut qu'approuver les usages ordinaires, d'après lesquels on tient un juste milieu entre les éducations trop ralenties et les éducations trop accélérées. On ne doit pas hésiter néanmoins à sortir de ces limites quand les circonstances l'exigent : à ralentir par exemple la marche des vers si la saison trop froide ne développait pas assez vite la feuille du mûrier ; à chauffer au contraire davantage si, pour un motif quelconque, on voulait gagner du temps ; l'essentiel est de gouverner les repas en raison de la chaleur.

Quelques personnes ont proposé de faire éclore les vers à 16°, et d'élever progressivement la température de 16° à 25°, de l'éclosion à la montée. On voit, par ce qui précède, qu'il n'y a nul inconvénient à faire éclore à 25° et à ramener au bout de quelques heures les vers à 18° et même à 16° ; dans l'état de nature, ils auraient certainement à subir, du jour à la nuit, des transitions aussi fortes. Sous le climat de Paris, les minima pendant le mois de mai descendent à des moyennes mensuelles de de 5° ou 6° et les maxima montent au-dessus de 20°.

On ignore si ces oscillations diurnes doivent être imitées dans l'élevage industriel ; il serait possible que les vers eussent par ce moyen une plus grande force musculaire. L'usage est cependant de tenir aussi constante que possible la température qu'on a une fois décidé de produire; cela est plus économique, et, à l'époque de la montée,

cela est sûrement préférable pour la régularité du fil du cocon. Il ne manque pas cependant d'éleveurs qui, pour se dispenser d'alimenter les vers la nuit, laissent tomber le feu vers le soir et le rallument au lendemain en venant donner le repas du matin.

L'époque des mues n'est pas non plus sans difficulté : les uns veulent qu'à ce moment on surélève la température d'un ou deux degrés ; les autres demandent le contraire. L'abbé de Sauvages dit à ce sujet qu'il s'était arrêté à ce parti de ne rien changer à la température de l'atelier, jusqu'à ce que les deux tiers ou à peu près des vers fussent alités ; de cesser alors les repas ou plutôt ne jeter que quelques feuilles çà et là, et en même temps abaisser la température de 3° ou 4° jusqu'à ce que le dépouillement des premiers vers fût accompli ; de cette façon, dit-il, la mue ne se prolongeait pas au delà de 24 à 30 heures.

Les appareils de chauffage les plus usités dans les magnaneries des Cévennes sont des fourneaux rustiques en maçonnerie, assez hauts et étroits, occupant les encoignures de la salle ; étant très massifs, ils sont lents à s'échauffer comme à se refroidir ; par suite, les variations brusques de température sont moins à craindre. On les alimente avec des briquettes spéciales, formées de menus de houille agglomérés avec un peu d'argile. En Lombardie, M. Susani emploie des fourneaux en forme de voûte cylindrique, très massifs, dans lesquels il brûle du bois. Les poêles en tôle ou en fonte peuvent aussi être utilisés, mais ils exigent plus de surveillance pour éviter les coups de feu. Enfin les cheminées qui sont faites principalement pour les besoins de la ventilation peuvent encore servir comme appareils de chauffage, bien qu'elles soient

peu économiques à ce point de vue. En somme, chacun se guide en cette matière d'après ses convenances ; tous les appareils sont bons, pourvu qu'ils soient bien dirigés; ainsi, s'il y avait des exhalaisons de gaz asphyxiants, il faudrait que la ventilation fût assez active pour les réduire à des proportions insensibles ; à cette condition, même, les brasières seraient tolérables.

Éclairage. — Beaucoup de magnaniers prétendent que les vers aiment l'obscurité. On peut leur objecter que, dans l'état de nature, ils vivraient sur les mûriers en pleine lumière; d'ailleurs, dans bon nombre de magnaneries, on n'a pas craint de percer de hautes et larges fenêtres, sans que les vers s'en portent plus mal; on se borne à les abriter par des rideaux contre les rayons directs du soleil, dont l'action calorifique pourrait être trop énergique.

On n'a cependant pas le droit de condamner absolument la pratique contraire tant que des expériences précises n'auront pas prouvé que la lumière plus ou moins vive est sans influence sur la sécrétion soyeuse.

Procédés d'encabanage. — Quand le magnanier s'aperçoit que la maturité des vers est proche, il dispose tout pour la montée.

Longtemps à l'avance, il a dû s'approvisionner des objets nécessaires. Dans les Cévennes, ce sont des rameaux de bruyère, de genêt, de ciste, de chêne, des sarments de vigne, des tiges de colza, et en général toutes sortes de broussailles sèches. Avec ces branches, on forme des haies dont le pied repose sur la claie où sont les vers, et dont la tête va d'ordinaire toucher la claie

située au-dessus, en se courbant sous elle en forme de berceau; ces haies, assez épaisses sans être trop touffues, doivent offrir aux vers des interstices nombreux pour y

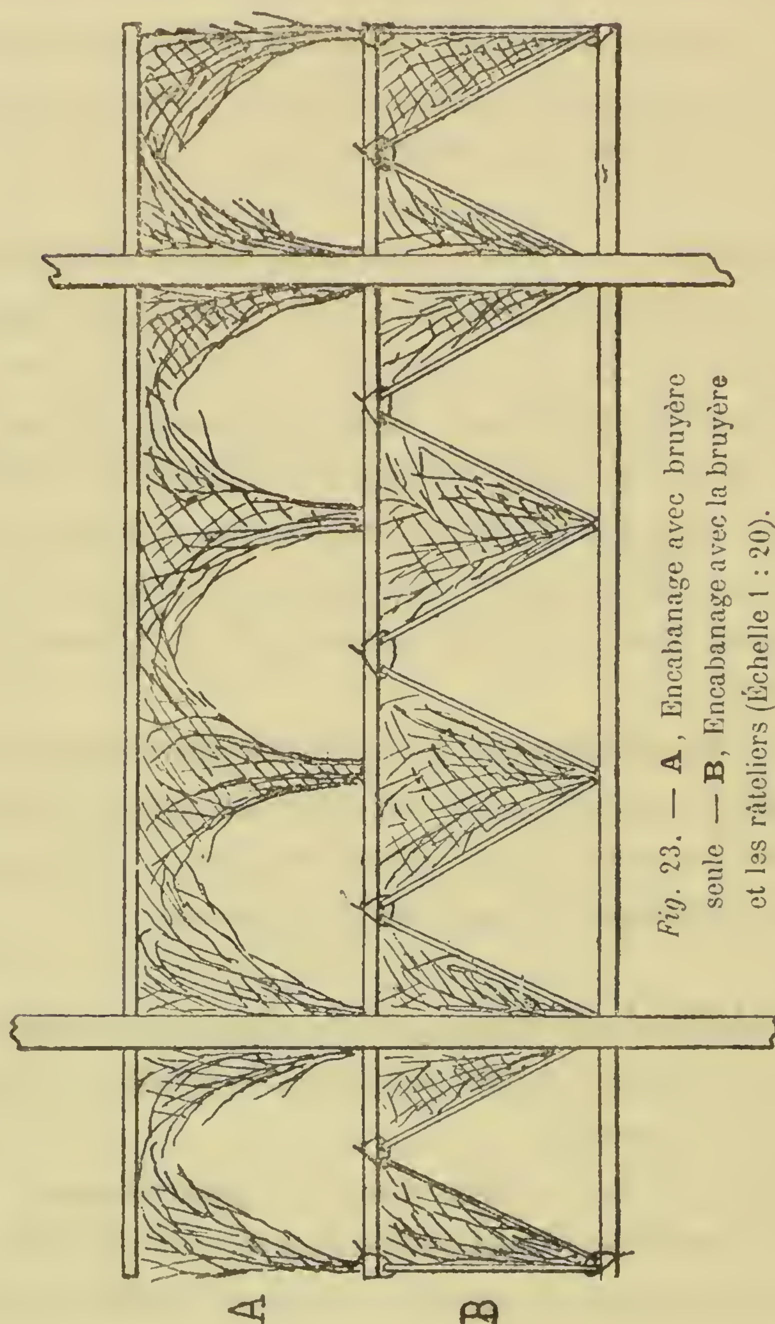


Fig. 23. — **A**, Encabanage avec bruyère seule — **B**, Encabanage avec la bruyère et les râteliers (Échelle 1 : 20).

loger leurs cocons. On les aligne en travers des claies, à 35 ou 40 centimètres les unes des autres, de telle sorte que les repas et les délitages puissent être continués sans

déranger les vers déjà montés; il résulte de cette disposition une série de petites cabanes : de là le nom d'*encabanage*.

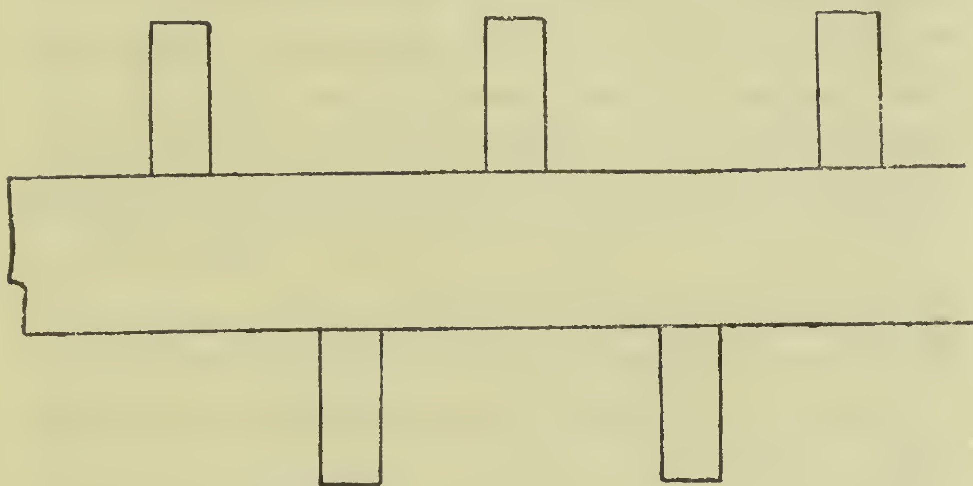


Fig. 24. — Section droite des échelles Davril, en vraie grandeur.

La pose des rameaux est rendue beaucoup plus facile quand, au préalable, on leur a préparé une sorte de charpente ; celle-ci est faite très économiquement avec des bouts de liteaux cloués en forme de râteliers ; on assemble deux à deux ces râteliers, on les attache aux claies avec des ficelles, et il n'y a plus qu'à remplir leur intervalle de broussailles ou de copeaux; la figure 23 représente ce système.

Il y en a un autre encore plus rapide, dont le seul inconvénient est le prix assez élevé : il consiste à disposer en travers des claies, verticalement ou mieux encore obliquement, des assemblages de liteaux appelés échelles *Davril*, du nom de leur inventeur; on obtient ces échelles en ajustant parallèlement des tringles en bois, à environ 27 millim. les unes des autres, puis on double le râtelier ainsi obtenu d'un second râtelier semblable, à

une distance d'environ 15 millim., de façon que les pleins du premier répondent aux vides du second (fig. 24). Le dessin ci-dessus représente en vraie grandeur la coupe transversale d'une de ces échelles. L'inventeur les surmontait d'une claie horizontale faite sur le même modèle; mais une claie ordinaire sous laquelle on mettrait quelques fascines remplirait le même but plus économiquement.

Enfin, on peut suivre encore une méthode différente usitée dans tout l'Orient et en quelques points de l'Italie, qui consiste à trier sur les claies les vers un par un, au fur à mesure qu'ils sont arrivés à maturité, et à les porter dans des coconnières tout à fait indépendantes des claies. Ces coconnières, établies sous des hangars ou dans des locaux spéciaux, consistent en branchages adossés les uns contre les autres, ou en faisceaux de paille ayant la forme de cônes renversés, posés sur des tablettes, ou encore en casiers de bois ou de carton offrant une petite loge pour chaque ver [1].

Quand on élève les vers à l'aide de rameaux et non plus sur des claies, on fait coconner les vers dans des brins de paille ou des fascines qu'on laisse couler verticalement entre les interstices des branchages; ceux-ci, au reste, offriront aussi des emplacements favorables à un grand nombre de vers qui y feront leurs cocons.

Il faut, dans tous les cas, éviter d'accumuler trop de vers sous la même bruyère, de peur qu'ils ne se réunissent deux ou même trois ensemble dans la fabrication de

[1] Ces casiers, recommandés récemment par M. Delprino, et plus récemment encore par M. Sartori, sont les mêmes qu'a inventés vers l'an 1600 le Lucquois Guidoboni. Voir à ce sujet le *Traité des vers à soie* de Polfranceschi (Vérone, 1626). Ils sont trop coûteux et les vers ne s'y logent pas volontiers.

leur cocon; ces cocons, appelés *doubles*, sont indévidables et mis à part pour la vente aux carderies.

Tant que dure la montée des vers et jusqu'à ce que les cocons soient entièrement terminés, il convient de maintenir la température entre 22° et 25° C.; un air plus froid engourdirait les vers et retarderait ou arrêterait même l'émission du fil soyeux; un air plus chaud rendrait cette émission trop précipitée, et il en résulterait des cocons plus grossiers.

On doit aussi veiller à ce que l'air circule constamment et conserve un état de sécheresse suffisant.

Quand il ne reste plus sur les litières qu'un petit nombre de vers, on les emporte pour les faire coconner à part et on débarrasse la magnanerie de toutes les litières. Sept à huit jours après cette opération, on pourra récolter les cocons destinés à la vente; ceux qu'on voudra conserver pour le grainage resteront sur la bruyère quelques jours de plus, afin que la chrysalide ait le temps de s'affermir davantage.

Importance des chambrées. — Le nombre des vers qu'on tient réunis dans un même local n'est point du tout chose indifférente ; on se tromperait fort en considérant comme équivalentes une chambrée de dix onces, par exemple, et dix chambrées d'une once chacune. Depuis longtemps, les avantages des petites éducations ont été reconnus ; le proverbe dit avec raison : *Petite magnanerie grande filature*; et, en effet, tandis que le rendement moyen des éducations d'une once et au-dessous surpasse 50 kilogr., c'est tout au plus si celui des éducations de plus de quatre ou cinq onces atteint la moitié de ce chiffre.

Bien des causes concourent à produire ce résultat. D'abord, à part des exceptions bien rares, on peut affirmer que, dans les grandes chambrées, les précautions hygiéniques sont tout à fait insuffisantes. Le personnel n'est pas assez nombreux, les vers sont trop serrés, la feuille est souvent avariée ou malpropre, la ventilation laisse à désirer ; enfin, si les défauts précédents sont évités, il y en a un qui ne peut guère l'être : c'est la réduction du cube d'air et des surfaces de murailles perméables à l'air à des proportions beaucoup plus restreintes que dans les petits élevages. En d'autres termes, il y a agglomération des vers dans une même enceinte. Cette condition suffit pour que les maladies contagieuses aient plus de chances de s'y développer. Car, quelque soin qu'on ait apporté à la sélection de la graine, au choix de la feuille, à l'égale distribution de la chaleur, il y a toujours probabilité plus ou moins grande de rencontrer parmi les vers quelques sujets chétifs, parmi les feuilles des parties avariées, et dans l'étendue de la salle des points frappés par quelque courant d'air plus froid ou plus humide que dans les autres parties ; plus la chambrée sera vaste, et par suite le nombre des claies et des vers plus considérable, plus augmentera la susdite probabilité ; conséquemment, plus il y aura de risques que des vers ne deviennent malades d'une quelconque des maladies auxquelles ces insectes sont sujets, et, au cas où cette maladie serait la flacherie, plus il y aura de chances que toute l'éducation succombe.

Avantages économiques des petites éducations. — Les petites éducations offrent une autre sorte d'avantages qu'il importe de faire ressortir, et qui est non moins

décisif : c'est l'économie qu'elles permettent de réaliser sur la main-d'œuvre. En effet, tandis qu'une grande chambrée exige un personnel chèrement payé depuis le jour de l'éclosion jusqu'à la montée des vers, la petite éducation au contraire peut être confiée pendant les quinze ou vingt premiers jours aux personnes qui vaquent à d'autres travaux dans la maison, aux gens du ménage, aux femmes, aux enfants; le travail des vers, intercalé parmi les autres, ne coûte pendant ce temps presque rien. C'est là une économie considérable. Ainsi envisagé, l'élevage des vers devient une industrie essentiellement domestique, praticable dans les moindres chaumières; il n'y a plus de magnanerie : un coin de cuisine ou de grenier en tient lieu.

Le bénéfice d'une petite éducation de ce genre est presque assuré. Il est vrai qu'il est, d'une manière absolue, assez peu considérable; mais rien n'empêche celui qui voudrait opérer sur une plus vaste échelle de s'intéresser à un grand nombre de chambrées : il pourrait, par exemple, fournir la graine et la feuille, et avoir droit au partage de la récolte. Cette combinaison offrirait même un avantage nouveau : celui de la culture des mûriers par des procédés économiques, en grandes plantations ; la feuille reviendrait ainsi à meilleur compte que si chaque éleveur la produisait sur son propre terrain. En résumé, le meilleur système qu'on puisse conseiller dans l'état actuel de la science et jusqu'à ce qu'on ait trouvé des moyens de surmonter les inconvénients des grandes agglomérations, c'est de faire des *éducations très petites, très nombreuses, avec des graines saines, et de les alimenter par de grandes plantations de mûriers.*

Ce système, déjà mis en pratique en certains points du

Gard, de l'Hérault, du Var, etc., est préconisé par des gens compétents ; nous croyons que s'il était adopté d'une manière plus générale, la production de la France atteindrait de nouveau, dépasserait même peut-être les chiffres les plus élevés de nos récoltes d'autrefois.

Tableau synoptique. — Pour récapituler sommairement les notions relatives à l'élevage industriel des vers à soie, nous avons reporté sur un tableau synoptique (Pl. II) les données qui nous ont paru les plus immédiatement utiles à un magnanier débutant. C'est assez dire que ce tableau indique seulement la marche générale des travaux et ne peut donner sur aucun point des prescriptions absolues.

TROISIÈME PARTIE.

DE LA CHRYSALIDE ET DU COCON.

I. — Anatomie et physiologie de la Chrysalide

Transformation de la larve en chrysalide. — Si on ouvre un cocon trois ou quatre jours après que le ver a commencé à le former, on trouve l'animal gisant à l'intérieur dans un état d'immobilité presque complète. Son corps s'est raccourci par le plissement profond de la peau entre les anneaux ; en outre, il est devenu d'un blanc laiteux qui rend très apparentes les cicatrices des égratignures et les taches de pébrine, quand il y en a. Le vaisseau dorsal est parcouru d'arrière en avant par des pulsations peu fréquentes. On remarque aussi un flétrissement très accusé des jambes membraneuses et de l'éperon, tandis que le 2ᵉ et le 3ᵉ anneau offrent au contraire sur leurs flancs deux renflements qui sont les premiers signes des ailes. Les organes intérieurs ont également subi des changements dont les plus apparents sont la réduction des vaisseaux soyeux et le raccourcissement de l'estomac. On peut enfin constater qu'une nouvelle cuticule épidermique se forme sous l'ancienne, ce qui est l'indice d'une mue prochaine.

En effet, trois jours environ après l'achèvement du cocon, cette mue s'accomplit. Mais l'animal qui se dé-

gage de la dépouille n'est plus une larve allongée, munie d'appendices saillants, et capable de se mouvoir et de manger : c'est une masse ovoïde presque inerte, dont les parties appendiculaires sont collées au corps (Voir fig. 25) ; cette forme nouvelle est appelée *chrysalide.*

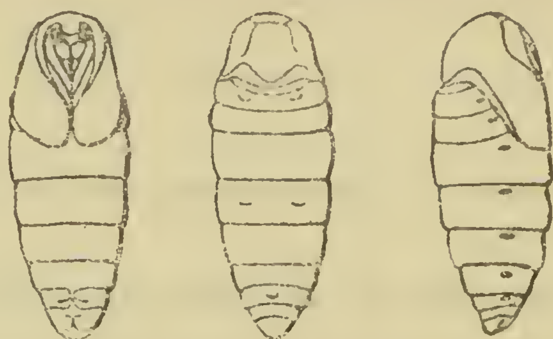


Fig. 25. — Chrysalide (grandeur naturelle).
A, vue de face. — **B**, vue de dos. — **C**, vue de profil.

En raison de ce changement considérable, on désigne cette mue sous le nom de métamorphose. Il importe seulement de remarquer que le passage de la forme de larve à celle de chrysalide s'est opéré par des gradations lentes et continues, conformément aux procédés ordinaires que l'on constate dans tous les actes de la nutrition des êtres vivants ; ce qui empêche qu'on n'aperçoive clairement ici les formes transitoires, c'est la rigidité et l'opacité des enveloppes de la peau ; lorsque la dépouille tombe, le travail accompli durant la période qui précède se manifeste tout d'un coup et simule, pour un œil inattentif, une métamorphose quasi instantanée.

Il est intéressant de voir comment la chrysalide se dépouille de la peau de larve dans laquelle elle est enfermée. Réaumur, qui est parvenu à saisir ce moment, le décrit ainsi. L'animal gonfle et allonge sa partie posté-

rieure, puis la rétracte subitement ; son corps se dégage ainsi de la pellicule abdominale et n'occupe bientôt plus que la moitié antérieure du fourreau de chenille. Continuant à se gonfler et à se contracter alternativement, il fait éclater ledit fourreau sur la ligne dorsale, le repousse vers l'arrière et l'accumule au bout de l'abdomen sous forme d'un petit paquet chiffonné. On retrouve dans cette dépouille les dix-huit arbres trachéens avec leurs stigmates, et toutes les pièces buccales, ainsi que les écailles du crâne.

Chrysalide de formation récente.— A ce moment, la chrysalide est très molle ; toute sa surface est mouillée d'un liquide qui semble suinter du corps ; sa couleur est d'un jaune clair ; les stigmates ont la forme de cavités coniques béantes ; les battements du vaisseau dorsal poussent le sang tantôt en avant, tantôt en arrière ; enfin les appendices du corps, encore peu adhérents, peuvent, avec un peu de soin, être écartés et rendus flottants par l'immersion de l'animal dans un liquide ; c'est le moyen de bien voir la correspondance des parties de la larve avec celles du papillon. On peut ainsi reconnaître que les antennes sortent des cavités du crâne qui logeaient les muscles des mandibules ; les pattes, de la place même où étaient les pattes antérieures du ver ; et les ailes, des parties latérales des anneaux du thorax.

Quelques heures plus tard, le corps s'est affermi par la dessiccation de l'humeur superficielle, qui est devenue une espèce de vernis collant ensemble toutes les parties. C'est aussi à ce vernis qu'est due la coloration du corps, laquelle, du jaune clair, passe au jaune doré ou au brun : Réaumur a observé en effet qu'un vernis brun étendu

sur un fond blanc d'argent imite le reflet de l'or. Il y a des espèces d'insectes où ce reflet est magnifique et justifie très bien la dénomination de *chrysalide* ou *aurélie*; le terme vulgaire de *fève* s'applique mieux aux cas du ver à soie.

En considérant cette fève ou chrysalide plus attentivement, on voit que la moitié antérieure seule est immobilisée par sa carapace, tandis que la moitié postérieure, formée d'anneaux, peut se courber un peu en tous sens. Sur ces anneaux, les traces des jambes membraneuses et de l'éperon ne sont accusées que par quelques poils ou crochets peu apparents ; les stigmates y subsistent toujours sous formes de fentes linéaires ; toutefois ceux des 4e et 5e anneaux sont cachés sous les ailes et ceux du 11e sont entièrement fermés. Les ailes cachent aussi toute la partie ventrale des 4e, 5e et 6e anneaux, et quelquefois le bord du 7e. Entre les ailes, on voit en haut une plaque blanchâtre qui correspond à la tête ; à côté sont les yeux, et plus en arrière l'insertion des antennes et la première paire de stigmates ; en avant et au-dessous sont les palpes maxillaires, puis les trois paires de pattes. Pour parler plus exactement, on ne voit pas ces organes eux-mêmes, mais seulement les étuis dans l'intérieur desquels ils vont se former.

En effet, sous cette enveloppe rigide, qui restera, jusqu'au papillonnage, identique à ce qu'elle est au premier jour, des changements considérables vont s'accomplir : on verra d'abord le tissu cellulaire sous-cutané, les lobes adipeux, les trachées et même les muscles, se désagréger en une infinité de globules microscopiques, véritable bouillie qui rappelle la substance vitelline de l'œuf ; cette destruction des tissus a été appelée histolyse (Weis-

mann). D'autres muscles, d'autres téguments se formeront aux dépens de cette substance, qui servira également à l'accroissement des corps reproducteurs, à la formation des nouvelles trachées, en un mot à tous les actes de la nutrition. Les parties qui servent de centres de formation aux nouveaux organes ont reçu le nom de *disques imaginaux* ; ce sont, dans chaque anneau, des dépendances de l'hypoderme larvaire, et on les reconnaît dans la tête et le thorax d'abord, puis plus tard dans l'abdomen [1].

Chrysalide âgée de 4 ou 5 jours. — Dans une chrysalide âgée de 4 à 5 jours, cette réorganisation de l'animal sur un plan nouveau est déjà commencée ; voici en quel état se trouvent les parties internes.

La chaîne des ganglions nerveux est raccourcie dans la même proportion que la longueur du corps tout entier; les deux ganglions de la tête se sont rapprochés, les trois ganglions du thorax se sont rapprochés aussi, au point que les deux postérieurs sont réunis ; enfin les huit ganglions de l'abdomen sont réduits à quatre, par suite de l'atrophie du 1er, du 4e et du 6e et de la fusion des deux derniers en un seul. Les pulsations du vaisseau dorsal sont devenues rares et assez irrégulières ; elles semblent partir de la région du tube situé dans le troisième anneau abdominal, et se propager à la fois en avant et en arrière.

L'estomac est devenu une poche ovale, à surface ridée, qui n'occupe qu'une faible partie de la cavité abdominale. L'œsophage forme un tube allongé portant latéralement un renflement ou jabot, dans lequel s'amasse un liquide alcalin que le papillon vomira pour percer le co-

[1] V. Viallanes; *Recherches sur l'histologie des Insectes.* (*Ann. des Sc. natur.* Paris, 1882.)

con. Enfin, l'intestin présente deux parties distinctes : en avant, c'est un tube assez long qui reçoit, non loin de l'estomac, les deux conduits auxquels aboutissent les six vaisseaux malpighiens : ceux-ci ont leurs replis flottants dans la cavité du corps ; en arrière, l'intestin présente une poche pyriforme volumineuse, qu'on appelle *poche cæcale :* c'est là que s'accumule une matière excrémentitielle rouge-brique, riche en urates (Voir la fig. 26).

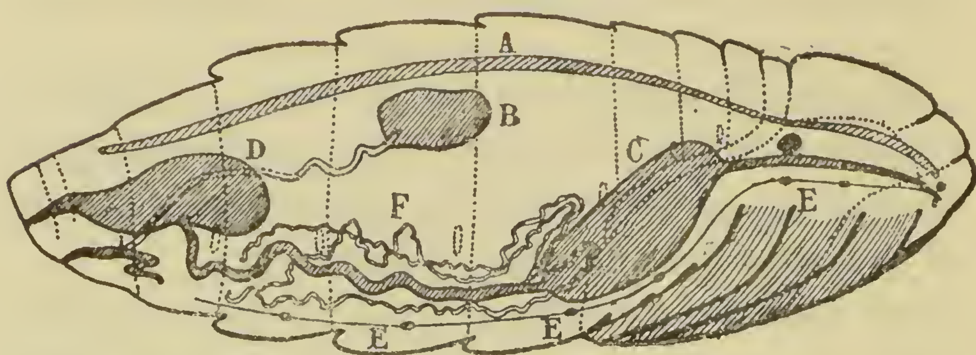


Fig. 26. — Chrysalide âgée de 4 à 5 jours (grossissement 3).
Les lignes ponctuées représentent les plis de la peau et les stigmates.
Les lignes pleines correspondent à une section plane verticale.
A, vaisseau dorsal. — **B**, testicule du côté gauche. — **C**, poche stomacale. — **D**, poche cœcale. — **E**, chaîne nerveuse. — **F**, tubes de Malpighi.

Les glandes salivaires sont atrophiées. Les glandes soyeuses sont presque vides, il n'en reste que deux paquets rougeâtres, résidus des réservoirs de la soie, qui sont collés de chaque côté de la poche stomacale.

Les trachées sont, les unes atrophiées, les autres encore actives, entourées de cellules à noyaux qui formeront de nouveaux conduits trachéens plus amples que les anciens ; les débris de ceux-ci seront éliminés à la 6e muc.

Les capsules génitales, chez les sujets mâles, ont émis chacune un long tube flexueux qui suit la ligne tra-

cée par le ligament postérieur décrit précédemment : ces deux tubes sont les *conduits déférents.* En même temps, l'organe de Hérold donne naissance à un conduit unique, appelé *éjaculateur,* qui va à la rencontre des conduits déférents et s'abouche avec eux en formant à sa bifurcation deux petits réservoirs allongés : ce sont les *vésicules séminales* ; elles se prolongent en arrière par deux cœcums tubuleux appelés *glandes accessoires.* Nous retrouverons toutes ces parties, et d'autres encore, qui servent à la copulation, quand nous décrirons le papillon.

Chez les chrysalides femelles, les capsules génitales se rapprochent l'une de l'autre jusqu'à arriver finalement sur la ligne médiane du corps, à la hauteur du 4[e] anneau abdominal ; en même temps, elles se crèvent pour laisser échapper leurs tubes ovariques ; les origines de ces tubes, c'est-à-dire les extrémités un peu renflées, où les œufs sont à l'état de mucilage homogène, restent en place réunies au fond des capsules : les extrémités opposées, qui sont celles où les œufs sont déjà bien formés, descendent en suivant les ligaments longs postérieurs, lesquels se raccourcissent et les amènent à l'organe de Hérold. Ce dernier, de son côté, a produit un gros tube, l'*oviducte,* qui s'est bifurqué, et dont les deux branches, ou *trompes,* sont allées rencontrer chaque groupe d'ovaires. Enfin l'oviducte se complète par des *glandes accessoires* et divers cœcums dont nous parlerons en décrivant le papillon. Les tubes ovariques, d'abord rectilignes, se contournent en nombreux replis à mesure que les œufs grossissent et bientôt ils distendent toute la cavité abdominale.

Chrysalide d'âge avancé. — A mesure qu'on examine la chrysalide à un âge plus avancé, on trouve tous

les organes précédemment décrits plus affermis ; la circulation est devenue régulière et dirigée du thorax vers l'abdomen ; les muscles du futur papillon se sont formés ; les nouvelles trachées ont étendu leurs ramifications dans tout le corps ; les coques des œufs se sont incrustées de chitine ; enfin le tissu épidermique a sécrété aussi une pellicule chitineuse qui diffère de celle de la chrysalide en ce qu'elle accuse toutes les formes définitives du papillon et qu'elle est couverte de poils écailleux. En résumé, il ne reste de l'ancienne chrysalide que la pellicule superficielle ; le papillon est tout formé sous cette enveloppe.

Physiologie de la chrysalide. — Il nous reste à considérer maintenant de plus près les actes physiologiques qui sont accomplis durant la période de chrysalide. En effet l'insecte, malgré son état apparent d'inertie, est très vivant : il respire, son sang circule ; il assimile certaines substances, il en sécrète ou exhale d'autres ; il est sensible à l'action de la chaleur ; enfin certaines altérations peuvent se produire dans ses organes. Tous ces phénomènes ont de l'intérêt, non seulement pour le naturaliste, qui contemple les faits sans autre souci que de les bien connaître, mais encore pour le sériciculteur, qui songe à préparer des graines de la meilleure qualité possible, et qui doit par conséquent connaître les conditions les plus convenables pour la santé des sujets reproducteurs.

Fonctions respiratoires. — Et d'abord, la chrysalide a besoin d'air pour respirer. Le développement de son système trachéen est un premier indice de ce besoin.

Mais on en a des preuves directes par les observations de Réaumur. Cet ingénieux expérimentateur a imaginé de plonger à demi dans l'huile, pendant une heure environ, soit le bout antérieur, soit le bout postérieur de chrysalides diverses : toujours les premières ont péri ; les autres n'ont aucunement souffert, excepté lorsqu'elles étaient tout à fait fraîches. Cela prouve que les stigmates antérieurs sont les seuls qui fonctionnent dans la chrysalide bien formée, et que les stigmates postérieurs, encore ouverts au sortir de la mue, se ferment rapidement dans les heures suivantes.

Réaumur a aussi immergé des chrysalides dans l'eau ; il a vu qu'au bout de quelque temps des bulles d'air s'échappent des stigmates, surtout des deux situés à l'origine des ailes postérieures. En raréfiant l'air au-dessus du vase, on accélère la sortie des bulles. Il faut conclure de là que, chez les chrysalides, les stigmates servent à la fois à l'entrée et à la sortie de l'air. On se souvient que, chez les larves, l'expiration a lieu non par les stigmates, mais par toute la surface de la peau.

Quant à préciser la quantité d'air utile à la respiration des chrysalides, c'est ce qu'on ne peut faire encore, faute d'expériences assez précises. Dans un air confiné et humide, et pour 1 kilogr. de ces insectes (1,190 chrysalides), il y aurait, d'après MM. Regnault et Reiset, 242 milligr. d'oxygène consommé en une heure, et les 0,639 de cet oxygène serviraient à former de l'acide carbonique. Mais ces chiffres dépendent très probablement de l'âge des chrysalides, de leur activité respiratoire des jours précédents, de la température, et enfin de l'état hygrométrique de l'air.

Tout ce que nous avons dit du besoin d'air qu'ont

les chrysalides s'applique exactement aux cocons réservés pour le grainage, car l'enveloppe soyeuse du cocon est très perméable au gaz. Ainsi, des cocons entassés dans un espace restreint, hermétiquement clos, y périssent au bout de quelques jours, soit par défaut d'oxygène, soit par l'effet asphyxiant de l'acide carbonique dégagé. On peut aussi tuer très rapidement des cocons en les exposant dans une atmosphère de gaz acide sulfureux, ou de gaz ammoniac, ou de gaz acide sulfhydrique, ou encore dans un air saturé de vapeurs de sulfure de carbone, ou de vapeurs d'alcool et de camphre, etc., etc. La fumée de tabac est aussi très nuisible aux chrysalides, et encore plus aux papillons.

Il semble donc que la chrysalide soit plus délicate que la larve en ce qui regarde les fonctions respiratoires. Dès lors, il n'est pas étonnant que des cocons mal aérés pendant un temps plus ou moins prolongé donnent naissance à des sujets affaiblis et, par suite, à des graines de médiocre qualité. A cet égard, on ne peut qu'approuver l'usage qui consiste à mettre en filanes les cocons destinés au grainage et à suspendre ces filanes à des distances convenables, dans des salles bien ventilées.

Les chrysalides exhalent non-seulement de l'acide carbonique, mais encore de la vapeur d'eau en quantité notable.

C'est un fait que Réaumur a reconnu depuis longtemps; il a renfermé des chrysalides dont la peau paraissait bien sèche dans des tubes de verres bien scellés, et au bout de quelque temps il a vu des gouttelettes d'eau se déposer à l'intérieur de ces tubes.

Perte de poids des chrysalides.— De là vient la

déperdition de poids que l'on constate, soit sur des chrysalides mises à nu, soit sur les cocons gardés vivants.

D'après Dandolo, un ver mûr, prêt à filer, pèse en moyenne $3^{gr},66$ (il s'agit ici d'une race d'assez grande taille, pour laquelle il y a 35,960 œufs à l'once de 25 gram. et 472 cocons au kilogr.) ; or, le cocon à l'état marchand, c'est-à-dire récolté au 8e jour, pèse $2^{gr},18$, et sur ce poids la chrysalide entre pour $1^{gr},84$. La perte subie par l'animal est donc, dans cet intervalle de temps, $1^{gr},48$, c'est-à-dire presque égale au poids de la chrysalide.

A partir de ce moment, la déperdition devient moindre : en effet, le poids du papillon, suivant qu'il est mâle ou femelle, est en moyenne, d'après Dandolo, $0^{gr},80$ ou $1^{gr},41$, et la diminution de poids vient surtout du liquide que l'animal émet pour sortir du cocon.

A côté des résultats de Dandolo, qui forment la première ligne du tableau suivant, on lira ceux qu'a obtenus M. Cobelli, de Rovereto :

RACES.	NOMBRE		POIDS			
	d'œufs pour 25 gram.	de cocons au kilog.	du ver mûr prêt à filer.	du cocon au 8e jour.	du papillon (moyenne).	du cocon percé.
			gr	gr	gr	gr
Dandolo, cocons grands....	35960	472	3 66	2 18	1 10	0 40
Cobelli, cocons très grands.	34733	384	4 93	2 60	1 28	0 49
Id. moyens....	35276	473	3 93	2 11	0 90	0 38
Id. moyens....	35881	500	3 53	1 99	0 94	0 39
Id. petits......	44775	895	1 90	1 11	0 39	0 20

Influence de la température. — L'activité de la respiration, et de tous les actes de la nutrition en général, est subordonnée à la température ambiante. En chauffant à 30 ou 35 degrés centigrades, dans un air un peu humide, les cocons récoltés au sixième jour de la montée, le papillonnage a lieu au bout de 10 à 15 jours ; de 20 à 25°, il n'a lieu qu'après 18 à 20 jours. Dans une cave, de 10 à 15°, dit Cornalia, les chrysalides hivernent jusqu'au printemps ; à 2°, elles vivraient jusqu'à un an. Un froid plus intense leur serait nuisible s'il était trop prolongé. M. Raulin a vu qu'à zéro elles périssaient au bout de quatre mois.

Mais si le froid est de peu de durée, il peut descendre impunément beaucoup plus bas. En 1879, le Dr Colasanti a mis des cocons âgés de 10 à 12 jours dans des verres entourés de glace et de sel, et les a laissés quarante-huit heures à ce froid de — 10° ; les ayant ensuite réchauffés peu à peu à 20°, ils ont papillonné après 20 ou 25 jours. Les papillons obtenus ont été remis pendant dix minutes à — 10°, ce qui les a durcis totalement ; ensuite, exposés au soleil, ils ont repris leurs mouvements. Trois fois de suite ces alternatives ont été répétées, et ces papillons se sont accouplés néanmoins.

Ces faits curieux ne sont pas particuliers au bombyx du mûrier ; tous les hivers, des chrysalides et des papillons de diverses sortes résistent au froid, même quand il est très intense, et on voit ces insectes revivre au printemps absolument comme si l'hiver eût été des plus doux.

Le degré de chaleur nécessaire pour tuer les chrysalides instantanément paraît être de 75 à 80° ; mais une chaleur de 50 à 60° suffit parfaitement si son action dure assez

longtemps ; même l'exposition au soleil est efficace lorsqu'elle est prolongée pendant huit heures environ. La rapidité de l'étouffage dépend aussi du degré de sécheresse de l'air ambiant; plus l'air est saturé d'humidité, plus vite l'animal est tué ; mais dans la pratique on préfère agir avec de l'air sec autant que possible, afin d'éviter le ramollissement des cocons et les taches qui proviennent des chrysalides mortes antérieurement par suite de flacherie ou de grasserie.

Quand on opère sur de petites quantités de cocons, on peut les étouffer aussi en les enfermant pendant quelques heures dans un récipient avec un peu de sulfure de carbone ou de cyanure de potassium, ou enfin des morceaux de camphre, ou du tabac à fumer.

Sécrétions et excrétions. — C'est Galli Bibiena qui a mentionné le premier le gonflement singulier de l'œsophage dans la chrysalide; il se ramasse, dit-il, dans cette espèce de fiole une lymphe limpide, qui sert au papillon pour baigner le bout du cocon par lequel il doit sortir, et cette fiole ainsi vidée deviendra le sac à air[1]. Maestri a répété la même observation en 1856 et reconnu que cette liqueur est alcaline. D'après M. Verson, une partie de cette liqueur pourrait se rendre à l'estomac pour aider à la dissolution des résidus qui s'y trouvent parfois. Ce qu'il y a de sûr, c'est que, versée sur le cocon, elle a la propriété de décoller les replis des fils soyeux, comme le ferait de l'eau bouillante; il suffit donc au papillon d'écarter à droite et à gauche ces replis à l'aide de ses pattes et de sa tête, pour se frayer une ouverture assez large et sortir ainsi du cocon.

[1] Voir Betti; *Il baco da seta.* Vérone, 1765.

La matière excrémentitielle qui se ramasse dans la poche cœcale est sécrétée par les tubes de Malpighi et peut-être aussi par les parois de la poche elle-même ; il n'est pas certain que la poche stomacale puisse aussi y envoyer une partie de son contenu. La couleur de cette matière est rougeâtre et quelquefois brune ; elle contient de l'urate d'ammoniaque en petits granules microscopiques.

Le contenu de la poche stomacale est, dans le début, très liquide, mais bientôt il s'épaissit en une matière gluante, rouge orangé, qui ressemble à de la résine. Cette matière est très abondante chez les vers qui se sont chrysalidés sans faire de cocons ; c'est pourquoi Maestri croit qu'elle peut venir de la substance des glandes soyeuses.

Fréquemment aussi on y trouve des débris de feuilles non digérées et des ferments ; mais, en ce cas, on a affaire à un sujet mal portant. Un ver en bonne santé doit, en effet, évacuer sa feuille en totalité avant de filer son cocon.

II. — Maladies de la Chrysalide.

Chrysalides muscardinées. — Les mêmes altérations pathologiques qui se rencontrent chez les larves peuvent aussi exister chez les chrysalides.

Si, par exemple, peu de temps avant sa maturité, un ver est envahi par le botrytis de la muscardine, il fait néanmoins son cocon, lequel est plus ou moins étoffé, suivant le degré plus ou moins grand de développement des glandes soyeuses. Mais, dans ce cocon, l'animal est invariablement tué par le champignon ; son cadavre s'y

dessèche, y devient dur comme un petit caillou ou une *dragée*, ce qui lui a valu ce nom. Si l'air n'est pas très sec, ce cadavre se revêt d'efflorescences d'une blancheur éclatante. Jamais le papillon n'arrive à naître.

Le cocon fait par une larve saine protège efficacement sa chrysalide contre le botrytis ; il faudrait faire exprès d'ouvrir le cocon et de semer des spores dessus, pour communiquer la muscardine à l'animal dans cet état.

Dandolo a reconnu que, pour former un kilogramme, il faut jusqu'à 1,442 cocons muscardinés ; sur ce poids, il y a 358 gram. de coques soyeuses, tandis que dans 1 kilogr. de cocons sains, pris au huitième jour de la montée, on n'en trouve que 154 gram. environ. Il y aurait donc, entre les valeurs de ces cocons, le rapport de 7 à 3. Mais il faut remarquer qu'au dévidage, les cocons muscardinés, à cause de leur extrême légèreté, font beaucoup de déchet, ce qui en diminue le prix.

Chrysalides pébrinées. — De même que la muscardine, la pébrine ne peut attaquer l'insecte à travers l'enveloppe du cocon ; si donc une chrysalide a des corpuscules, c'est à l'état de larve qu'elle a contracté ce mal. Mais, malgré tout le développement que peut prendre le parasite, un très grand nombre de chrysalides, même dans les lots les plus infectés, arrivent au papillonnage. Les corpuscules peuvent ainsi se transmettre d'une génération à la suivante en passant dans les œufs. M. Pasteur a reconnu que quand l'envahissement des larves par les corpuscules remonte avant la quatrième mue, les chrysalides en sont chargés dès le début ; un grand nombre des œufs des individus femelles sont, en ce cas, corpusculeux eux-mêmes. Si au contraire les vers n'ont ingéré

les germes de la maladie que peu d'heures avant la montée, on a beaucoup de peine à reconnaître l'existence des corpuscules dans les chrysalides avant un délai de 8 à 10 jours; en pareil cas, lorsqu'on en aperçoit avant ce terme, ils ont en général la forme renflée en poire ; c'est alors un indice qu'on en trouvera dans la suite à profusion ayant la forme ovale, et chez un nombre de sujets dix fois fois plus considérable qu'au début ; cependant les œufs seront relativement peu infectés, et un bon nombre, dans chaque sujet, ne le seront pas du tout. Cette circonstance explique comment des lots dont les papillons sont en grande majorité corpusculeux peuvent donner parfois des graines assez peu infectées, et d'autres fois au contraire des graines absolument détestables.

Nous verrons plus loin comment, par le grainage cellulaire et la sélection des papillons, on n'a pas à se préoccuper de ces différences et on se soustrait à toute incertitude sur la qualité des œufs.

Lors donc qu'on veut déterminer exactement, dans un lot de cocons, la proportion des sujets corpusculeux, il faut opérer sur des chrysalides âgées, proches du papillonnage, ou, mieux encore, sur des papillons ; ceci oblige, dans la pratique, à mettre à l'étuve le lot échantillon afin de hâter de 2 ou 3 jours le développement de ces insectes.

Les corpuscules n'ont pas de siège de prédilection dans les tissus ; on en trouve partout, absolument comme chez les larves.

Cocons fondus par grasserie. — La grasserie est une autre affection dont l'intensité peut être assez faible

chez la larve pour ne pas l'empêcher de coconner et même de devenir chrysalide ; mais la vie de l'animal ne va pas plus loin ; ses téguments brunissent, puis se déchirent ; tout le corps est réduit en une bouillie noire qui tache le dedans du cocon. Cette variété de *fondus* se distingue des fondus par flacherie, en ce que le microscope y montre les granules polyédriques caractéristiques de la grasserie et point du tout de ferments, ni de vibrions.

Chrysalides affectées de flacherie. — Une quatrième maladie, la flacherie, peut se manifester chez les chrysalides. Il y a en effet dans les chambrées où cette maladie a fait des dégâts plus ou moins considérables, des individus plus robustes ou moins atteints par le mal, qui poursuivent le cours de leur existence; ils font des cocons; ensuite certains périssent avant ou après avoir revêtu la forme de chrysalide, donnant ainsi des cocons fondus; d'autres vont jusqu'au papillonnage; ils s'accouplent; ils donnent des graines.

Or, l'expérience a appris que ces graines, élevées l'année suivante, ont rarement un bon succès; les vers qui naissent de ces graines, bien que n'ayant aucune maladie caractérisée, sont, par suite de leur débilité constitutionnelle, prédisposés à contracter la flacherie. C'est pourquoi, dès qu'on voit trace de flacherie à la montée dans une chambrée, on agit sagement en l'excluant de la reproduction.

Mais quand on n'a pu voir les vers à la montée, et qu'on dispose seulement des cocons, ne peut-on pas tirer de l'observation des chrysalides des indices certains sur l'état sanitaire de la chambrée ? Oui, on le peut dans une certaine mesure.

D'abord on constate qu'il y a dans le lot un nombre de fondus plus ou moins grand; le microscope y montre les organismes de la putréfaction; souvent la mauvaise odeur des cocons suffit à déceler leur présence.

Ensuite, on peut, comme le fait M. Guisquet, compter le nombre de fondus qu'il y a dans 500 cocons, au jour de la récolte d'abord, puis 8 ou 10 jours plus tard; si ce nombre a augmenté notablement, c'est que la flacherie existe dans le lot.

On peut encore, comme l'a indiqué M. Bellotti, ouvrir un certain nombre de cocons et voir s'il y a une proportion plus ou moins forte de chrysalides ayant les étuis des ailes ou même tout le corps de couleur brune ou noire; cette couleur est un indice de flacherie.

Enfin, on peut recourir à l'étude au microscope des matières contenues dans la poche stomacale des chrysalides. M. Pasteur a observé que, dans les lots où la flacherie a détruit une quantité de vers, beaucoup de chrysalides ont leur poche stomacale plus volumineuse qu'à l'état normal, et dans ce contenu on trouve en abondance des ferments en chapelets de grains; beaucoup plus rarement y a-t-il des vibrions. Les chrysalides à ailes noires notamment sont riches en organismes. Quand on trouve une forte proportion de chrysalides ayant ainsi des organismes, on peut à coup sûr préjuger qu'il y a eu flacherie dans la chambrée. Mais si l'on n'en trouve qu'en très petit nombre, ou pas du tout, on ne peut plus rien conclure. En effet, MM. Pasteur et Raulin ont trouvé que dans d'excellents lots, dont la montée avait semblé irréprochable, il y avait quelques chrysalides à chapelets. Et d'autre part, dans des lots faiblement atteints, le plus grand nombre des chrysalides sont exemptes

d'organismes ; il s'est opéré chez elles une sorte de digestion ou de résorption de ces organismes qui existaient certainement chez les vers. Ce dernier fait a été démontré par M. Pasteur, en étudiant les crottins émis à la montée par certains vers : il y a trouvé des ferments; et plus tard, ayant ensemencé dans un milieu de culture approprié une portion des matières de la poche stomacale des chrysalides, il n'y a eu aucun développement.

L'étude de l'estomac des chrysalides, au point de vue pratique, devient donc à peu près inutile, puisque le seul cas où elle serait concluante, celui d'une flacherie très intense, est facile à reconnaître sans l'aide du microscope.

Maladie de l'oudji. — Pour terminer ce qui a rapport aux maladies des chrysalides, nous dirons quelques mots d'une affection parasitaire dont elles sont fréquemment victimes dans les contrées d'Orient, mais qui est, heureusement, inconnue dans nos pays. Au Japon notamment, une certaine mouche appelée *oudji*, du genre *Tachina*, pond ses œufs, en avril et mai, sur les feuilles de mûrier que les vers à soie dévorent. Les œufs, qui n'ont que 1/5 de millim. de long sur 1/10 environ de large, éclosent dans l'estomac des vers; les petites larves apodes qui en sortent se fraient une route à travers les tissus de leur hôte, dévorent ses lobules graisseux, et s'établissent près du vestibule d'un stigmate afin d'y respirer.

Si le ver loge deux ou trois oudjis , il meurt; s'il n'y en a qu'un, le ver arrive en général à faire son cocon et à se chrysalider, mais sa chrysalide meurt toujours. La larve d'oudji, devenue assez grande, en se repaissant du corps

de la chrysalide, perce le cocon et se laisse tomber à terre; si elle peut s'enfoncer dans le sol, elle s'y chrysalide sous forme d'un petit tonnelet de 13 millim. de de long sur 6 de large. Au printemps suivant, la mouche adulte s'en échappe.

L'oudji, au Japon, est la cause de dégâts comparables en intensité à ceux que fait la flacherie dans nos contrées.

III. — Du Cocon[1].

Traitement industriel du cocon. — Sitôt que les cocons sont récoltés, ils doivent être succinctement débourrés, afin d'écarter les débris étrangers qui ont pu s'y attacher; en même temps, on enlève les écrasés et les fondus. En général, on ne trie pas les doubles, qui sont tolérés jusqu'à un nombre de 4 à 5 0/0 pour les races indigènes, et 15 à 20 0/0 pour les races japonaises. Ensuite les lots sont pesés et livrés au filateur. La pesée ne doit pas être différée, car chaque jour de retard occasionne une perte de poids des chrysalides et, par suite, des cocons.

Cent kilos de cocons, pesés au jour même de la récolte, et tenus à 22° centigrades environ, se réduisent, suivant Dandolo, aux poids suivants :

Après 1 jour à....	99k 1		Après 6 jours....	96k 0
— 2 —	98 2		— 7 —	95 2
— 3 —	97 5		— 8 —	94 3
— 4 —	97 0		— 9 —	93 4
— 5 —	96 6		— 10 —	92 5

[1] Nous renvoyons au chapitre du *Grainage* tout ce qui regarde les cocons destinés à la reproduction.

Ces chiffres sont sujets à varier quelque peu avec les races et aussi l'humidité de l'air.

Un cocon de grosseur moyenne, bien fourni, race milanaise, pèse environ 2 grammes : il en faut donc 500 au kilo ; pour les races à gros cocons, ce nombre descend jusqu'à 400 et au-dessous ; pour les races japonaises, il s'élève à 800 et plus encore. Quand les vers n'ont pas été assez largement nourris, surtout après la 4me mue, on s'en aperçoit aux cocons, qui pèsent moins ; par exemple, au lieu de 500 au kilo, il en faudra 600, ou davantage

M. Quajat a trouvé que le poids des coques soyeuses forme environ 14 à 16 0/0 du poids des cocons mâles, et seulement 11 à 13 0/0 du poids des cocons femelles. Si donc on avait un moyen de trier les sexes, à poids égal de cocons, les mâles donneraient plus de soie que les femelles, et à nombre égal de cocons, les femelles donneraient plus de soie que les mâles.

D'après Dandolo, cent kilos de cocons simples de bonne qualité, race milanaise, se composeraient de :

Chrysalides....................	84^{k} 200
Dépouilles......................	0 450
Coques soyeuses................	15 350

Sur ces 15^{k}350 de soie, les filateurs tirent environ 8, quelquefois 9, rarement 10 kilos de sòie grège ; le reste demeure en déchets, que l'on soumet au cardage, pour les filer ensuite à la manière des autres textiles.

Dès qu'on a sujet de craindre le papillonnage des cocons, on les étouffe, en les exposant à l'action de la chaleur, étalés dans des corbeilles plates superposées, dans des étuves à air chaud, avec ou sans introduction

de vapeur d'eau. Dix minutes de séjour à une température de 70 à 80° suffisent. Avec la vapeur d'une chaudière, on arrive très vite à obtenir ce degré dans toute l'étuve, tandis qu'avec l'air seul, il faut bien deux heures de chauffage ; par contre, la vapeur a l'inconvénient de ramollir les coques, ce qui occasionne des déchets lorsqu'il y a des fondus.

M. Francezon a reconnu que les cocons étouffés par les acides sulfureux et sulfhydrique, par le sulfure de carbone et par le gaz ammoniac, donnent une soie défectueuse et sont d'un mauvais rendement [1].

Après l'étouffage vient le séchage, qui a lieu à l'air libre et à l'ombre sur des étendages de canisses ; on y remue sans cesse les cocons afin de les sécher et de les préserver des dermestes. Au bout de quatre ou cinq mois, la perte de poids arrive à sa limite ; cent kilos de cocons frais, races jaunes, sont alors réduits à 32 ou 33 kilos de secs, dont $3^k,1$ ou $3^k,2$ doivent rendre 1 kilo de fil grège.

Les cocons secs sont enfin débourrés et assortis soigneusement suivant leurs qualités : fins, satinés, faibles, fondus, doubles, percés, etc.

Structure du cocon. — On peut découvrir l'arrangement des replis du fil soyeux, soit en observant le ver pendant qu'il travaille à son cocon, soit en dévidant ce cocon doucement dans l'eau chaude, soit enfin en déchi-

[1] M. Verson a signalé ce fait curieux, que les cocons peuvent séjourner dix heures dans le vide pneumatique sans que les chrysalides périssent. Il n'est pas moins curieux, comme l'a fait voir M. Francezon, qu'elles résistent également bien à un séjour de dix heures dans l'oxyde de carbone pur, de dix-huit heures dans l'acide carbonique, l'hydrogène, le protoxyde d'azote, etc.

rant à sec un fragment de coque soyeuse et le regardant au microscope. On reconnaît ainsi que le fil forme de petits tas ou paquets dans lesquels les sinuosités ont la figure d'un 8. Ce fil, ou *bave*, a l'aspect d'une lanière plate dont la largeur égale trois à quatre fois l'épaisseur; cette lanière offre un sillon longitudinal, trace de la soudure des deux brins qui se sont accolés ; çà et là le sillon est ouvert, les deux brins étant disjoints.

En ajoutant une goutte de potasse, toutes les baves se séparent et se dédoublent ; l'alcali dissout en effet le grès ou écorce colorée et laisse à nu les axes de fibroïne.

M. Haberlandt a mesuré des baves soyeuses dans le sens de leur plus grande largeur ; voici ses résultats :

Largeur en millimètres d'une bave soyeuse.

RACE.	COUCHES EXTÉRIEURES DU COCON.	COUCHES MOYENNES.	COUCHES INTÉRIEURES.
Jaunes milanais.......	0.030	0.040	0.025
— de France.....	0.025	0.035	0.025
Verts Japon..........	0.030	0.040	0.020
Blancs Japon.........	0.020	0.030	0.017
Bivoltins verts........	0.025	0.035	0.020

Dévidage des cocons. — Le *dévidage* ou *tirage* des cocons est en principe une chose très facile : on trempe une poignée de cocons dans une bassine d'eau presque bouillante ; cette eau ramollit le grès et permet par conséquent aux replis du fil de se décoller; on bat alors doucement ces cocons avec une vergette ou une brosse ; on enlève ainsi sans peine les couches superficielles (*frisons*) et on dégage le fil net, qu'il n'y a plus qu'à dé-

vider sur un tour. Mais quand il s'agit d'effectuer cette opération industriellement, c'est-à-dire avec assez de perfection et d'économie, le problème est plus compliqué. Car d'abord on ne peut pas tirer le fil d'un seul cocon à la fois ; un tel fil est trop délicat à manier et, de plus, son diamètre moyen devient très fin quand on arrive aux couches les plus intérieures ; il faut donc associer plusieurs fils ou *baves*, par exemple 4, 5, 6 ou davantage, et avoir soin d'en mettre des neufs avec d'autres à demi épuisés, afin que le faisceau ou *bout* ainsi formé, qu'on appelle *fil grège*, conserve toujours le même *titre*, c'est-à-dire le même poids, pour une longueur donnée. En outre, il faut que ce faisceau garde une forme cylindrique. Enfin, il faut que la chaleur de l'eau de la bassine et la vitesse de rotation du dévidoir soient combinées de sorte que les baves développent bien leurs sinuosités et qu'aucune ne garde de boucle ou repli, qui ferait sur le fil grège un défaut ; ce défaut se présente assez souvent : on l'appelle *duvet*, si la boucle est simple, et *bouchon* ou *coste* s'il forme un *paquet* plus apparent.

Pour résoudre ces difficultés et obtenir un fil grège net et régulier, on emploie un appareil appelé *tour*. Celui qui est le plus usité en France est disposé pour fournir deux fils de grège à la fois. Il se compose d'une bassine en terre ou en métal remplie d'eau chaude et munie d'un robinet d'eau froide et d'un robinet de vapeur ; puis de deux *filières* en agate situées peu au-dessus de l'eau ; de deux *barbins* ou *porte-bouts*, espèces de crochets de verre placés à 80 centimètres environ plus haut; enfin d'un dévidoir appelé *volet* ou *asple*, sur lequel un *va-et-vient*, placé en avant, répartit les deux fils de grège. L'axe de ce volet est horizontal et porte un disque

qui, en s'appuyant sur un tambour tournant, lui emprunte son mouvement : il suffit de soulever ce disque à l'aide d'un levier pour arrêter net le volet. Les cocons étant battus et les baves assemblées en nombre convenable pour faire deux fils de grège, on passe l'un de ces bouts dans la filière de droite, l'autre dans celle de gauche, puis on les entortille l'un autour de l'autre, de sorte qu'ils fassent jusqu'à 150 ou 200 tours de spire avant d'arriver aux *barbins* ; c'est par cette *croisure* que la forme cylindrique est obtenue, et elle persiste parce que le grès se fige sur chaque faisceau. Des barbins, les fils vont à l'asple en pressant les guides du va-et-vient. Mais dans ce passage, on les croise encore une fois, afin que si l'un d'eux casse, le second soit rejeté sur l'axe du volet ; en effet, l'écartement des barbins est un peu plus large que le volet ; sans cet artifice, le bout non cassé continuerait à s'enrouler en entraînant l'autre ; cet accident, appelé *mariage*, entraînerait une perte de temps pour la recherche du bout cassé. En général, on maintient l'eau de 70 à 80° centig. pendant le dévidage, et l'asple, qui a un périmètre de 2 mètres environ, tourne avec une vitesse de 80 à 120 tours à la minute.

Il faut qu'en arrivant sur l'asple les bouts soient assez secs, sans quoi il y aurait des adhérences ou *gommures* ; aussi met-on les asples assez loin des bassines ; d'autres fois on les enferme dans une caisse où circule de l'air chaud.

Quand le cocon est épuisé, il coule à fond, et on le rejette, à l'aide d'une écumoire, parmi les rebuts qu'on appelle *bassinés*. La soie qui reste dans les bassinés s'appelle *télette* ou *estras* ; elle est utilisée, ainsi que les frisons, pour le cardage. La chrysalide est séchée, pulvérisée et employée comme engrais.

Ce système de filature à deux bouts se croisant l'un sur l'autre porte le nom de *système Chambon* [1].

Il y en a un autre, très répandu en Italie, et qu'on appelle *filature à la tavelle*. Chaque bassine est pourvue de quatre, cinq et même six filières, devant fournir autant de bouts, et chacun de ces bouts prendra sa croisure sur lui-même. Pour cela, devant chaque filière est une petite potence munie de trois poulies légères ou *tavelettes* ; de la filière, le bout monte à une des poulies supérieures, redescend à la seconde qui est située plus bas, et ensuite, en se rendant à la troisième, se croise sur la première partie ascendante du fil. Une seule ouvrière surveille le tout, mais il faut, pour qu'elle puisse y suffire, qu'on lui fournisse les cocons tout battus, et que, de plus, les asples tournent beaucoup moins vite que dans le système Chambon ; en revanche, le battage se faisant à part, il y a moins de frisons ; l'eau chaude est économisée, et le tirage peut s'effectuer à 50 ou 60 degrés seulement, ce qui laisse la soie plus chargée de grès et, par suite, plus pesante. Le système des tavelettes donne à une fileuse 25 à 28 grammes de soie par heure, tandis que le système Chambon n'en donne que 18 à 20, mais ce dernier fil est beaucoup plus net et plus cylindrique que l'autre.

Netteté de la soie grège.—Les qualités qu'on doit considérer dans une grège sont : la netteté, la régularité,

[1] Il y a en France environ 400 ateliers de ce genre comprenant 18,000 bassines ; la plupart sont établis dans le Gard, la Drôme, et l'Ardèche. Les cocons récoltés en France ne font guère que 75 0/0 de leur approvisionnement ; le reste vient du Levant. Ces ateliers préparent ainsi chaque année environ 86,0000 kilog. de soie grège, dont le prix moyen est aujourd'hui 60 fr. le kil.

le degré de finesse, le poids, la ténacité, l'élasticité, le brillant, la couleur, etc.

La netteté du fil consiste dans l'absence de duvets, bouchons, gommures, baves flottantes, baves non soudées, etc. La plupart des commerçants évaluent ces défauts par le déchet que fait la grège quand on la dévide sur de petites bobines en faisant glisser le fil entre les mors d'une pince garnie de drap (*purgeage*) ; ce déchet s'appelle *bourre de soie*. On note en même temps toutes les ruptures du fil pendant l'opération. D'autres font passer quelques centaines de mètres de fil devant une glace noire et comptent les défauts visibles à l'œil ; ces défauts sont toujours assez nombreux ; même les plus belles grèges en ont encore 50 à 60 par cent mètres.

Titrage et conditionnement. — On apprécie la finesse et la régularité de la grège en faisant son *titrage* ; pour cela, on pèse exactement vingt échevettes d'égale longueur prélevées sur cette grège ; on prend la moyenne et on voit si les écarts des pesées, en deçà et au delà de la moyenne, sont plus ou moins marqués. Pour préparer les échevettes, on se sert de petits dévidoirs appelés *tavelles mesureuses* ou *éprouvettes*, dont le périmètre a été mesuré avec soin : il est en général de $1^{m},25$; de plus, l'axe porte un compteur permettant d'obtenir sans peine un nombre déterminé de tours.

Les échevettes sont tantôt de 400 *aunes* (476 mètres) tantôt de 500 mètres, et les poids s'expriment en *grains* (1 grain = $0^{gr},0531$). Les nombres ainsi obtenus sont les mêmes que si on avait pesé des longueurs 24 fois plus grandes et évalué ces poids en *deniers* [1]. C'est pour-

[1] La livre de Charlemagne, livre des Arabes, ou livre poids de table,

quoi on a conservé à ces nombres la dénomination de *titres en deniers*. Ainsi, une grège de dix deniers est une grège dont 400 aunes (ou d'autres fois 500 mètres) pèsent dix grains. Non seulement ces unités ont l'inconvénient d'être discordantes avec le système métrique, mais encore elles changent d'un pays à un autre. Ainsi le grain usité à Lyon étant de 0,0531, celui de Milan est 0,0510, celui de Turin, 0,0533. Le Congrès de Bruxelles a proposé l'adoption d'unités internationales, qui seraient 500 mètres pour les longueurs, et 0gr,0500 pour les poids. En attendant, les bureaux publics de titrages, en France, donnent les poids en grammes pour 500 mètres, et chacun fait la conversion à son gré.

Voici, par exemple, les chiffres donnés par la Condition des Soies de Lyon pour une grège verte du Japon.

1re flotte........	0gr 65	11e flotte.......	0gr 75
2e —	0 65	12e —	0 75
3e —	0 65	13e —	0 80
4e —	0 65	14e —	0 85
5e —	0 65	15e —	0 85
6e —	0 70	16e —	0 85
7e —	0 70	17e —	0 90
8e —	0 70	18e —	0 90
9e —	0 70	19e —	0 95
10e —	0 75	20e —	0 95

Poids des vingts flottes..............	15gr 350
Titre ordinaire (sur 500 mètres).......	0 767
Poids conditionné...................	15 096
Titre conditionné...................	0 750

valant 367gr,128, était divisée en 12 onces, et 8 onces faisaient 1 marc. L'usage s'établit ensuite d'une livre de 2 marcs ou 16 onces, dite livre poids de marc, qui valait par conséquent 16 fois 30gr,594 ou 489gr,504. L'once se divisait toujours en 8 gros, le gros en 3 deniers, le denier en 24 grains.

On constate, dans cet exemple, des variations très notables dans les titres, ce qui dénote une soie peu régulière.

Il est indispensable d'effectuer ces pesées assez promptement pour que l'état hygrométrique de l'air n'ait pas le temps de varier d'une manière notable, car la soie, en passant du sec à l'humide, augmente beaucoup de poids.

Quand on veut opérer avec précision et avoir des titres comparables, il est donc nécessaire de dessécher les échantillons *à l'absolu*, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'ils cessent de perdre de l'eau, sans d'ailleurs subir aucune altération. Il suffit pour cela de les exposer, dans une étuve à air sec, à une température de 110 à 120 degrés centigrades et de les peser dans cette étuve même. En augmentant de 11 °/₀ le poids absolu d'une flotte de soie, on a sensiblement le poids qu'elle aurait dans un air de sécheresse modérée, et on est convenu de prendre cet état pour l'*état légal* de la soie dans les transactions commerciales. Le poids de la soie, dans cette condition, s'appelle son *poids conditionné*. Une telle convention était indispensable, car la soie exposée dans un air plus humide, continuerait à augmenter de poids jusqu'à dépasser de 24 °/₀ le poids absolu. Le *titre conditionné* est donc le poids absolu de l'échevette, accru de 11 °/₀.

Les ballots de soie mis en vente doivent être conditionnés. Il existe pour cela des établissements spéciaux, appelés *Conditions des soies* [1], où ce travail s'effectue comme il suit. On pèse le ballot brut et on en défalque le poids de l'emballage ; on a ainsi le poids *net* de la soie.

[1] En France, les conditions sont établies à Amiens, Aubenas, Avignon, Ganges, Lyon, Marseille, Montélimar, Nimes, Paris, Privas, Reims, Roubaix, Saint-Étienne et Valence.

Sur cette soie, on prélève trois échantillons qu'on pèse aussitôt tels quels : l'un est mis de côté ; les deux autres portés à l'étuve et séchés là jusqu'à ce qu'ils ne perdent plus ; alors ils sont pesés. On connaît ainsi leur teneur en eau pour cent ; s'il y avait désaccord, on utiliserait le 3e échantillon. Cette teneur en eau, appliquée au ballot entier, permet d'en avoir le *poids absolu*, lequel, dans les transactions, est accru de la reprise légale de 11 %.

On voit donc qu'à l'état marchand, la soie contient 11/111 d'eau, ce qui fait, à très peu près, 10 %.

Des appareils spéciaux sont disposés dans les *Conditions* pour faciliter la dessiccation des échantillons et les pesées ; dans la plupart, l'air chaud est fourni par un grand calorifère et se rend dans une série d'étuves à doubles enveloppes : chaque étuve est surmontée d'une balance de précision dont le fléau porte, à l'un de ses bras, un plateau pour les poids, et à l'autre, un fil qui traverse le couvercle de l'étuve et supporte une couronne de crochets ; à ces crochets, on suspend l'échantillon à dessécher ; quand le fléau n'accuse plus de perte de poids, on tourne une clef pour arrêter un moment le courant d'air, et on effectue la pesée. Le thermomètre de l'étuve doit marquer de 110 à 120°.

Le principe de ces appareils est dû à M. Léon Talabot, qui, en 1832, étudia cette question à la demande de la Chambre de commerce de Lyon.

Recherches sur le titre des soies. — On doit à M. Robinet d'intéressantes recherches sur le titre des soies ; bien qu'il n'y ait pas apporté une rigueur absolue en ce qui regarde le conditionnement, pourtant il a eu égard, autant qu'il l'a pu, à l'état hygrométrique de l'air.

Il a trouvé que le titre du fil d'un cocon donné augmente de l'extérieur jusqu'à une certaine couche très peu profonde, et à partir de cette couche décroît jusqu'à l'intérieur. Exemple :

COCON MILANAIS ayant donné 4 0/0 de frisons.	POIDS de 120 mètres de fils.
1re couche.................	44 milligrammes.
2e —	52 —
3e —	49 —
4e —	43 —
5e —	37 —
6e —	31 —
7e —	27 —
8e —	23 —

Mais la loi de décroissement du titre varie beaucoup d'un cocon à un autre. En général, on ne trouve pas plus de 100 à 120 mètres de soie fine à la surface ; les 100 ou 200 mètres suivants sont formés du brin le plus fort, dont le titre, pour 120 mètres, surpasse le précédent de 4,63 milligrammes en moyenne ; ensuite le brin décroît progressivement, mais plus rapidement dans les soies grosses que dans les fines ; de 120 en 120 mètres, la réduction moyenne de poids est de 4,24 milligrammes ; elle n'est que de 3,7 pour les soies fines et s'élève à 5,6 pour les grosses ; néanmoins les soies fines donnent, à l'intérieur du cocon, des fils plus fins (titre 4,5) que les soies grosses (titre 7, pour 120 mètres).

M. Robinet a reconnu aussi que les gros cocons donnent une soie d'un plus fort titre que les petits; toutes les circonstances qui agissent sur le volume des cocons agissent donc indirectement sur la finesse de la soie ; ainsi, un bon régime, des circonstances favorables dans l'élevage, donneront des vers, et par suite des cocons plus gros.

L'aspect extérieur du grain paraît sans rapport aucun avec le titre de la soie.

Les procédés de filature exercent au contraire une grande influence. M. Robinet a trouvé que les titres les plus fins sont obtenus en mettant les filières très près de l'eau, donnant au fil une croisure énergique, sous un angle très ouvert, et faisant tourner le dévidoir très vite ; la soie subit donc un étirement proportionnel à la résistance que l'asple doit vaincre, et son titre diminue d'autant.

Plus le fil grège est gros, plus la compression de la croisure est énergique ; il doit donc en résulter une réduction plus forte du titre de chaque brin composant. On le vérifie, en effet, en filant des grèges par des procédés identiques, mais avec des nombres divers de cocons.

NOMBRE DES COCONS FILÉS ENSEMBLE.	TITRE POUR 500 MÈTRES	
	DE LA GRÈGE.	DU BRIN SIMPLE.
	milligr.	milligr.
3	456.2	152.0
4	591.1	147.7
5	724.7	144.9
6	846.1	141.0
7	996.8	142.4
8	1135.7	141.9
9	1263.1	140.3
10	1436.0	143.6

Ténacité et élasticité. — Les propriétés mécaniques de la soie, notamment la résistance qu'elle offre à la traction et l'élasticité dont elle jouit à un si haut degré, sont aussi intéressantes à connaître que le titre.

Lorsqu'on charge un fil de soie grège d'un poids suffisant, trop faible cependant pour en déterminer la rupture,

on constate que ce fil s'allonge. Cet allongement peut être divisé en deux parties : l'une, l'allongement *permanent*, qui subsiste après qu'on a ôté le poids ; l'autre, l'allongement *élastique*, qui disparaît par le retrait naturel du fil sur lui-même. Voici par exemple des chiffres observés par M. Robinet :

LONGUEUR PRIMITIVE du fil.	ALLONGEMENT TOTAL en millimètres.	ALLONGEMENT	
		PERMANENT	ÉLASTIQUE
1 mètre.	50	15	35
1 mètre.	100	50	50

Ainsi, l'allongement permanent, qu'on peut prendre pour mesure de la *ductilité,* va en croissant avec la charge. C'est ce qu'on voit encore mieux par le tableau ci-après, dû à M. Persoz. La longueur primitive du fil était 50 centimètres.

TRACTION en GRAMMES.	ALLONGEMENT total EN MILLIMÈTRES.	ALLONGEMENT	
		PERMANENT.	ÉLASTIQUE.
10	3	»	3
20	5	»	5
30	8	»	8
40	10	1	9
50	13	1	9
60	17	1	9
70	21	1	9
80	26	3	23
90	37	9	28
100	45	14	31
110	57	23	34
120	72	33	39
125	75	36	39
127	77	Rupture.	»

Il importe de remarquer que les allongements permanents notés ci-dessus ont été observés aussitôt après suppression de la traction ; si on avait attendu quelques heures, ils se seraient réduits de beaucoup. M. Persoz a trouvé que ce retrait peut être obtenu immédiatement en mouillant le fil avec de l'eau : un fil de 50 centim., allongé de 50 millim. par une traction de 40 gram. n'a plus qu'un allongement de 25 millim. dès qu'on ôte le poids, et de 20 millim. au bout d'une demi-heure ; si à ce moment on mouille le fil, l'allongement se réduit à 3 millimètres. Ainsi, l'humidité augmente l'élasticité ; elle fait contracter le fil qui a été distendu au delà d'une certaine limite, et au contraire elle augmente l'extensibilité du fil quand il est à peu près à l'état naturel. En effet, que l'on tende, comme la fait M. Robinet, un fil grège de 1 mètre par un poids de 2 gram. seulement : dès qu'on mouillera le fil, on le verra s'allonger d'environ 3 millim.

Ces faits montrent assez combien il est nécessaire de tenir compte de l'état plus ou moins humide de la soie dans toutes les études relatives à son élasticité. Dans la pratique, on néglige d'observer les diverses phases de l'allongement du fil et on pousse tout de suite la tension jusqu'au point de le rompre ; à ce moment, on note la *tension* et l'*allongement par mètre* ; ces deux quantités sont prises pour mesures de la *ténacité* et de l'*élasticité* du fil.

Sérimètre.— Pour faciliter ces sortes de déterminations, le même savant a imaginé un appareil spécial qu'il a appelé *sérimètre*. C'est une règle divisée sur laquelle est fixé un petit dynamomètre à ressort; on attache

à ce ressort, au moyen d'une pince, le fil qu'on veut étudier; une deuxième pince, située à 50 centim. ou 1 mètre de la première, sert à fixer l'autre bout du fil et on peut exercer sur elle une traction progressivement croissante, au moyen d'une chaîne sans fin, sollicitée par un poids assez fort. Quand le fil se rompt, l'aiguille du dynamomètre indique la traction en grammes ; c'est ce qui mesure la *ténacité*. La quantité dont s'est accrue la distance des deux pinces se lit sur la règle divisée, et on a par ce moyen l'allongement pour un mètre, qui mesure ce que les praticiens appelent l'*élasticité*. Quand il n'y a pas d'indication d'hygrométrie, il est entendu que l'air est à l'état de siccité moyen : une précision plus grande serait inutile lorsqu'il s'agit seulement de faire, sur une seule soie grège, une vingtaine d'observations, pour voir si le fil est plus ou moins régulier. Ainsi, voici des chiffres obtenus par M. Robinet sur 20 fils d'une grège de 6 cocons, titrant 768 milligrammes par 500 mètres.

Ténacité (en gram.): 54, 54, 52, 59, 57, 60, 63, 51, 52, 55, 53, 52, 50, 52, 50, 60, 63, 48, 52, 53. Moyenne, 54,5.

Élasticité (allongement en millim.): 125, 90, 128, 91, 147, 130, 140, 138, 88, 83, 109, 134, 137, 179, 135, 173, 161, 150, 124, 133. Moyenne 129.

Variations de la ténacité. — M. Robinet a mesuré le titre et la ténacité d'un très grand nombre de soies en se plaçant dans des conditions aussi comparables que possible, sans toutefois déterminer absolument ces conditions. Il a trouvé que, pour les soies faites avec un même nombre de cocons, la ténacité croît moins rapi-

dement que le titre : c'est ce que montre le tableau ci-dessous :

SOIE GRÈGE.	TITRE MOYEN.	TÉNACITÉ.
	Millimètres.	Grammes.
3 cocons.	407	24.6
id.	506	27.6
4 cocons.	535	32.9
id.	647	39.6
5 cocons.	645	43.9
id.	804	48.1
6 cocons.	775	52.1
id.	916	59.0

Pour des soies de même titre, mais formées de nombres divers de cocons, il a trouvé que la plus tenace est celle où il entre le plus grand nombre de cocons :

NOMBRE DE COCONS.	TITRE.	TÉNACITÉ.
3	437	26^{gr} 0
4	562	36 2
5	686	46 0
6	816	55 6
7	957	68 1
8	1091	74 9
9	1211	81 2
10	1366	94 5

En moyenne, on peut admettre, d'après le même savant, qu'un fil du titre 100 (c-à-d. dont 500 mètres pèsent 100 milligram.), peut porter 6^{gr},38 ; 1 mètre de ce fil pèserait donc 0^{gr}, 0002, et en supposant sa densité égale à 1,367, sa section aurait $\frac{2}{13670}$ millimètres

carrés ; un fil d'un millimètre carré supporterait donc $\frac{6.38 \times 13670}{2}$ grammes ou 43 kilogrammes environ ; c'est à peu près la même ténacité que le fer en barre et l'acier.

M. Francezon a perfectionné l'usage du sérimètre afin de comparer, avec une entière précision, des grèges différentes par le titre et par l'état hygrométrique. Pour évaluer l'état hygrométrique durant les essais, le flotillon à essayer est monté sur une éprouvette de 1^{m},25 de périmètre, puis coupé exactement en deux parties égales; l'une des moitiés est pesée telle quelle et repesée après dessiccation, ce qui donne le titre conditionné cherché, ainsi que la teneur en eau du flotillon, *avant les essais* ; l'autre moitié sert en partie aux essais, et ce qui en reste est pesé tel quel, puis repesé après dessiccation, ce qui donne la teneur en eau *après les essais* ; la moyenne des teneurs en eau est prise pour l'état hygrométrique cherché.

L'humidité, d'après lui, serait sans influence sur la ténacité. Quant aux relations de la ténacité avec le titre, elles correspondraient aux chiffres suivants :

NATURE DES SOIES.	TITRE pour 500 MÈTRES.	TÉNACITÉ	
		EXCELLENTE.	MÉDIOCRE.
Japon vert 1er choix.	0gr6 à 0gr7	45 à 50	35 à 40
id. id.	0 7 à 0 8	50 à 59	40 à 45
id. id.	0 8 à 0 9	60 à 69	50 à 55
id. id.	0 9 à 1 0	70 à 80	60 à 65
Jaunes pays 1er choix	0 6 à 0 7	50 à 60	40 à 45
id. id.	0 7 à 0 8	60 à 67	50 à 55
id. id.	0 8 à 0 9	70 à 79	60 à 69
id. id.	0 9 à 1 0	80 à 90	70 à 75

Variations de l'élasticité. — Pour mesurer exactement l'influence de l'eau sur l'élasticité de la soie, M. Francezon procède comme il suit. De chaque soie à étudier, il prend deux flotillons, l'un de 100 tours (sur une éprouvette de $1^m,25$ de périmètre), l'autre de 400 tours; le premier est coupé en deux moitiés identiques ; le second accompagne successivement ces deux moitiés durant les essais sérimétriques auxquels on les soumet, et par ses variations de poids donne à chaque moment leur teneur en eau. Il suffit donc que les deux moitiés du premier flotillon n'aient pas la même teneur en eau, pour que l'on trouve entre elles des différences d'élasticité qui n'auront pas d'autre cause.

En faisant un grand nombre d'observations de ce genre, M. Francezon a trouvé que, pour des teneurs en eau variant de 8 à 11 °/₀ une variation de 1 °/₀ d'eau en plus ou en moins occasionnait une variation d'élasticité dans le même sens s'élevant à très peu près à 10 millimètres.

Les soies types qu'il a étudiées ont été classées à ce point de vue de la manière suivante :

	ÉLASTICITÉ CALCULÉE A 10 °/₀ D'EAU		
	EXCELLENTE.	BONNE.	MÉDIOCRE.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
Soies du Japon 1er choix...	200 à 210	185 à 190	170 à 180
Soies jaunes pays 1er choix..	220 à 230	200 à 210	190

A l'aide des tableaux précédents, on peut apprécier la valeur d'une soie grège quelconque.

Supposons par exemple qu'il s'agisse de classer les

trois grèges A, B, C, pour lesquelles ou aura fait les déterminations :

	A	B	C
Titre à 500 mètres......	720	650	800
Ténacité..............	52.5	47.5	55.0
Eau °/₀...............	10.5	9.0	11.5
Élasticité.............	200	202	210

On calculera la ténacité pour un même titre, 1,000 par exemple, et l'élasticité pour la teneur 10 °/₀, et on aura :

	A	B	C
Ténacité (titre 1000)....	72.9	73.0	68.7
Élasticité (à 10 °/₀)......	195	212	195

résultats qui montrent décidément que la soie B est supérieure aux deux autres et que la soie A vient au second rang.

Sérigraphe. — L'étude directe du titre, aussi bien que celle de la ténacité et de l'élasticité d'une soie grège donnée, demande, comme on l'a vu plus haut, un assez grand nombre de manipulations fort délicates. Il était à souhaiter qu'on mît aux mains des praticiens un appareil permettant de juger plus aisément de la régularité de la soie. Depuis 1880 seulement, un tel appareil existe : c'est le *Sérigraphe* de M. Serrell.

Le fil à éprouver vient s'enrouler une fois sur un tambour A (fig. 27), puis fait une anse en embrassant une poulie C, et revient sur le tambour B, qui est fixé solidairement avec A sur le même axe ; B a un périmètre supérieur de 5 °/₀ à celui de A ; par suite une traction est exercée sur le fil, qui est forcé de s'allonger de 5 °/₀. Mais la poulie C fait corps avec un pendule, et l'écarte de la verticale jusqu'à ce que son poids fasse équi-

libre à la traction du fil Quand une nouvelle portion du fil aura succédé à la première, le pendule prendra une nouvelle position d'équilibre, dépendant de la ténacité

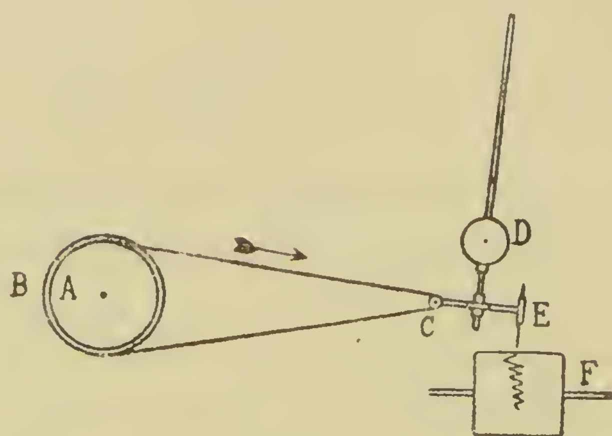


Fig. 27. — Principe du Sérigraphe.

et de l'élasticité de cette portion, et ainsi de suite. Il suffira donc d'enregistrer à l'aide d'un crayon E sur un tambour tournant F les déviations du pendule pour avoir une courbe dont les oscillations accuseront les irrégularités du fil. Dans les appareils construits par M. Serrell, une révolution du tambour F correspond à un développement de 1,250 mètres de fil. Si une bave unique est présentée à l'appareil, la courbe tracée sur F se réduit à une ligne droite légèrement inclinée indiquant que la ténacité diminue peu à peu à mesure que le cocon s'épuise.

Cet appareil a déjà reçu de son inventeur un autre usage non moins ingénieux ; M. Serrell l'a employé pour régler automatiquement l'adjonction des baves à un bout de fil grège en fabrication, de sorte que ce bout conserve une résistante constante ; c'est le principe d'un procédé de filature mécanique destiné peut-être à révolutionner un jour cette industrie.

Soies ouvrées. —Les procédés de titrage et d'essayage que nous avons décrits ci-dessus pour les soies grèges s'appliquent aux soies *ouvrées*, c'est-à-dire aux faisceaux que l'on a formés de plusieurs fils de grèges et soumis à des torsions plus ou moins fortes..

Un faisceau de deux ou trois fils grèges tordus ensemble, à raison de 75 à 100 tours par mètre courant, s'appelle *trame*; l'opération produisant cette torsion est appelée *filage*.

Pour faire un *organsin*, il faut deux couples de fils grèges; chaque couple reçoit un *filage* ou *premier apprêt* qui consiste en une torsion de 500 à 600 tours par mètre; ensuite on assemble les deux couples en un faisceau unique, auquel on fait subir une torsion de sens contraire à la première, par exemple de 400 à 500 tours par mètre; c'est ce qu'on appelle le *tors* ou *deuxième apprêt*.

Ces apprêts, qui constituent l'*ouvraison* ou *moulinage* de la soie, s'effectuent à l'aide de machines spéciales, les *moulins à soie*, dont la description ne peut trouver place ici[1].

On croit généralement que la torsion augmente la ténacité des fils de soie; il n'en est rien: elle l'amoindrirait plutôt si on la poussait trop loin. Mais cette torsion est indispensable pour que les fils ne s'embrouillent pas dans les opérations subséquentes du décreusage, de la teinture et du tissage.

[1] La France possède 700 à 800 ateliers où l'on mouline la soie; ils sont situés la plupart dans l'Ardèche, la Drôme, la Loire, Vaucluse, le Rhône, l'Isère et le Gard. Ces moulins ouvrent chaque année, non seulement la grège faite en France (860,000 kilog.), mais encore 1,475,000 kilog. de grège importée de l'étranger; total 2,335,000 kilog. Prix moyen actuel 72 francs le kilog. (Voir le *Moniteur des Soies* du 5 avril 1879.)

En outre, la torsion maintient les fils à des distances déterminées ; le faisceau de ces fils est donc plus ou moins gonflé, ce qui n'est pas indifférent pour la teinture et le tissage. Enfin, plus la torsion est énergique, plus le brillant de la soie est amoindri ; on peut donc, en variant les torsions des fils de chaîne et de trame, obtenir des étoffes différentes, aussi bien qu'en variant les combinaisons d'entrelacement des fils.

Il y a des appareils à l'aide desquels on compte le nombre de tours par mètre qu'a reçus au moulinage un fil donné ; on les appelle des *compteurs d'apprêt*.

Décreusage. — Les soies grèges et moulinées doivent à la présence du grès un toucher dur et une certaine raideur ; en outre elles n'ont pas de craquant et elles prennent mal la couleur ; la soie s'y trouve, comme l'on dit, à l'état *écru*. Mais les teinturiers savent depuis longtemps modifier ces qualités de la soie écrue en la faisant bouillir dans l'eau de savon, qui emporte le grès avec la couleur ; cette opération se nomme *décruage, décreusage* ou tout simplement *cuite*.

La soie acquiert, par le décreusage, un toucher doux, du craquant, de la souplesse, de la blancheur, du brillant ; elle devient apte à la teinture ; elle est un peu moins hygrométrique ; les deux brins de chaque bave et les baves de chaque bout se décollent, s'isolent, et rien ne les retient ensemble que la torsion donnée par le moulinage ; il en résulte que les fils de trame et d'organsin se gonflent, s'*ouvrent*, comme disent les teinturiers ; ce faisceau tout spongieux est admirablement disposé pour être chargé de toutes les couleurs possibles. D'autre part, ce fil a perdu 25 % de son poids, 14 % de sa ténacité, 24 % de

son élasticité (ces chiffres sont, bien entendu, des valeurs moyennes). La teneur en eau, à l'état conditionné, qui est 9,91 pour la soie grège, n'est que 8,45 pour la soie décreusée : les chiffres de reprise après dessiccation à l'absolu sont par conséquent 11 °/₀ pour la grège et 9,25 °/₀ pour la soie décreusée.

La soie peut être décreusée en une seule cuite ; on la fait pour cela bouillir pendant trois ou quatre heures dans un bain de 20 à 30 parties de savon pour 100 de soie ; mais ce bain devenu coloré et malpropre laisse la soie grisâtre. Quand on veut l'avoir d'un beau blanc, on divise l'opération en deux : 1° le *dégommage*, qui consiste à la tenir un peu au-dessous de l'ébullition dans un premier bain à 30 °/₀ de savon, pendant une heure ; après quoi elle est égouttée, tordue, et mise dans des sacs de grosse toile ; 2° la *cuite*, qui consiste à faire bouillir la soie mise en sacs, dans un bain de 15 °/₀ de savon pendant une heure. Souvent encore on l'expose après cela à l'action du gaz acide sulfureux pour avoir un blanc parfait.

On a essayé de donner aux soies un décreusage partiel, limité à une perte de poids de 4 à 5 °/₀ ; c'est un travail délicat, qui se fait en exposant la soie à 90° dans une eau légèrement acidulée et pendant un temps convenable ; le produit obtenu, appelé *soie souple*, n'est qu'une contrefaçon du cuit, car il ne supporte pas les bains de savon chauds.

Fibroïne. — Pour isoler la fibroïne de la soie, on décreuse celle-ci aussi parfaitement que possible au savon, puis on enlève les dernières traces de grès en lavant la soie ainsi préparée, à l'acide acétique bouillant : deux

immersions de cinq minutes chacune suffisent ; un traitement plus long désagrégerait la fibroïne (Francezon). La composition de cette substance répond, d'après Cramer, à la formule $C^{30} H^{46} Az^{10} O^{12}$, où $C=12$ et $O=16$. On y remarquera l'absence du soufre. La fibroïne est soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, le chlorure de zinc, les alcalis, les ammoniures de cuivre et de nickel, etc. ; elle ne l'est pas dans l'ammoniaque. Elle jouit d'un pouvoir absorbant très remarquable à l'égard de l'eau, de l'alcool, de l'éther, des matières salines, astringentes et colorantes, qui en pénètrent peu à peu toute la masse. Les matières salines qu'on y rencontre toujours lui sont peut-être incorporées de cette manière.

Grès. — Le grès, qui forme de 25 à 28 °/₀ du poids des coques soyeuses, est un assemblage de substances diverses qui sont loin d'être bien connues.

La majeure partie, représentant 21 à 23 °/₀ du poids des coques, est formée par une matière azotée attaquable par l'eau ; M. Schutzenberger l'assimile à *l'osséine* ; M. Francezon l'appelle matière *gélatigène* ; et en effet, la solution aqueuse, qu'on n'obtient que par une ébullition très prolongée, donne par concentration et refroidissement une gelée qui est très facile à redissoudre. La soie qui reste n'est pas entièrement décolorée ; elle garde une teinte jaune chamois ; l'espèce de décreusage qu'elle a subi se manifeste déjà dans de moindres proportions pendant que les cocons baignent dans l'eau des bassines des filatures. La matière gélatigène est soluble dans les acides, les alcalis et un grand nombre de sels ; aussi existe-t-il un grand nombre de procédés pour décreuser la soie ; mais aucun corps ne donne pour

cela d'aussi bons résultats, industriellement, que le savon.

Si, au lieu d'eau, c'est de l'alcool absolu et bouillant qu'on fait agir sur les coques, on en retire, d'après M. Francezon, environ 3 °/₀ de matières diverses, savoir : une espèce de cire neutre, un corps gras, enfin un acide jaune doué de l'odeur désagréable des cocons renfermés. Voici les poids de ces divers corps pour 100 de soie pesée à l'absolu :

	Coques jaunes.	Coques blanches.
Corps cireux neutre.........	0.78	0.75
Acide jaune................	1.21	1.13
Corps gras grisâtre.........	1.28	1.21
TOTAL.......	3.27	3.09

Après le lavage à l'alcool, les coques retiennent encore une partie de la couleur jaune, protégée probablement par la substance gélatigène. Mais si l'on dissout d'abord celle-ci par l'eau, l'alcool emporte instantanément toute la couleur.

Cette couleur, dissoute par l'alcool, est d'un rouge brun à l'état de concentration et jaune verdâtre en dilution. La lumière la décolore entièrement. L'acide sulfureux, le chlorure d'étain, agissent de même. M. Moyret a observé que la soie jaune, plongée dans un mélange d'acide chlorhydrique et d'éther, donne comme la chlorophylle deux couches colorées, l'une en bleu, l'autre en jaune ; il y aurait donc analogie de composition entre ces substances.

Le grès renferme enfin des sels qu'on peut doser par différence, en analysant les coques, puis la fibroïne.

La moitié environ des sels du grès sont dissous par l'eau des bassines, à la filature ; c'est pourquoi il y a des

différences de composition entre les coques soyeuses et la grège correspondante. M. Francezon a obtenu, en opérant sur des cocons des Cévennes :

		COQUES JAUNES.	GRÈGE JAUNE.	COQUES BLANCHES	GRÈGE BLANCHE.
FIBROÏNE.	Matière organique.	72.16	74.96	74.28	76.32
	Sels............	0.22	0.22	0.17	0.17
	TOTAL......	72.38	75.18	74.45	76.49
GRÈS....	Matière gélatigène.	22.89	22.82	21.67	21.46
	Extrait par l'alcool	3.27	1.44	2.60	1.50
	Sels............	1.46	0.56	1.28	0.55
	TOTAL......	27.62	24.82	25.55	23.51

Composition des cendres.— Les poids de cendres fournis par la soie, la fibroïne et les coques sont :

Soie grège jaune.............	0.75 à 0.78 %
Fibroïne.....................	0.22 »
Coques de jaunes Cévennes....	1.68 »
Coques de verts Japon........	1.25 »
Coques de jaunes bivoltins	2.67 »

Les trois premiers chiffres ont été obtenuspar M. Francezon et les deux derniers par M. Quajat. Celui-ci a en outre fait une analyse des cendres des coques de verts Japon où il a trouvé 8 % de magnésie, 12 % de potasse et soude et 41 % de chaux. Déjà en 1856, M. Guinon avait signaló la présence de la chauxdans la soie, et l'utilité qu'il y aurait de faire précéder les décreusages au savon par un lavage à l'acide chlorhydrique ; cette

précaution serait d'autant mieux justifiée que la soie peut aussi emprunter de la chaux à l'eau des bassines des filatures quand cette eau est trop calcaire ; en effet M. Gabba, ayant comparé les cendres des soies filées dans l'eau distillée ou dans une eau calcaire, a trouvé dans les premières 0,46 °/₀ de carbonate de chaux et 0,66 °/₀ dans les autres.

Charge en teinture. — Lorsque la soie a été moulinée, elle est généralement remise au teinturier, qui lui fait subir de nombreuses manipulations avant qu'on l'emploie au tissage. Nous n'avons pas à considérer ici, ni la préparation des couleurs ni leur application sur la soie, mais seulement les modifications les plus importantes que celle-ci subit par la teinture.

La soie, nous l'avons vu déjà, possède la propriété de se laisser pénétrer par les dissolutions de toute nature, et se charge ainsi à volonté de quantités très notables de matières étrangères, organiques ou métalliques. Mais si l'on se borne à lui donner ainsi la matière tinctoriale utile pour arriver à la coloration voulue, le poids de cette couleur est presque insignifiant ; dans ces conditions, une soie qui, à l'état grège, vaudrait 60 fr. le kilog., après avoir été décreusée à fond et teinte, se trouve avoir perdu environ 25 °/₀ de son poids, ce qui en porte le prix à 80 francs (sans compter les frais des manipulations). On peut au contraire, par des bains appropriés, faire recouvrer à la soie ces 25 °/₀ et même, quand il s'agit de couleurs noires, la charger de matières tinctoriales au point de doubler ou tripler son poids primitif ; la valeur du kilogramme de soie est réduite en proportion ; d'autre part, les fils se gonflent beaucoup, et on

peut par conséquent confectionner une étoffe de surface donnée avec un nombre moindre de fils ; c'est ce qui permet de livrer à bas prix les soieries chargées.

Mais, tandis que la teinture sans charge produit sur la ténacité et l'élasticité de la soie une diminution assez faible et que le temps n'augmente pas sensiblement, la soie surchargée perd considérablement, et perd de plus en plus en vieillissant.

Voici quelques chiffres obtenus par M. Ponci, en opérant à la température de 50°.

	Ténacité.	Élasticité.
1. Organsin de 30 à 32 deniers, écru..	116gr	230mm
— après décreusage.........	100	175
— après blanchimt au soufre..	98	174
— teint en couleurs fines.....	93 à 99	119 à 170
— au bout d'un an..........	93 à 99	119 à 170
2. Organsin de 22 deniers écru.......	80	170
— teint en noir, charge 48 %.	70	138
— au bout d'un an.........	50 (?)	(?)

Ainsi, au bout d'un an, ce dernier organsin, chargé pourtant à 48 % seulement, était trop peu tenace pour être utilisé ; que doivent être les fils chargés à 200 ou 300 % ? Ces charges exagérées ne sont possibles que pour les teintures en noir ; on les obtient par des séries de bains de tannin, de sels de fer, de cuivre, d'étain, de bois colorés ; on assouplit le fil avec le savon ou la soude ; on le fait reluire en le passant à l'huile ; une seule crainte arrête le teinturier, c'est que le fer et l'huile étendus sur ces fils très poreux ne s'enflamment spontanément ; cela arrive parfois. Pour les couleurs claires et les blancs, les limites de la charge se réduisent beau-

coup ; on en voit pourtant de 25 % obtenues avec du bichlorure d'étain, du sucre, etc.

L'abus de la charge a été poussé si loin qu'une partie des consommateurs ont renoncé aux étoffes *dites de soie*; pourtant d'autre part une réaction s'est produite pour demander des tissus *de soie pure* ; mais il n'est pas toujours facile de distinguer à première vue si une étoffe possède réellement les qualités qu'on lui attribue.

Il y a heureusement un autre moyen de produire des soieries à bon marché, sans altérer les qualités de la fibre soyeuse : c'est d'utiliser les déchets de soie et d'y associer des textiles divers de moindre valeur [1].

Cardage et filature des déchets de soie. — Les déchets de soie sont : les frisons, la bourre, la blase, les cocons bassinés, les percés de graine, les doubles, les tachés, etc. Ces déchets sont soumis à un décreusage partiel, effectué à l'aide d'une lessive alcaline, qu'on applique tiède ou bouillante, suivant la résistance des matières. Ensuite, les produits lavés, séchés, battus au besoin, pour éliminer les détritus étrangers, sont mis en nappe par une roue munie de pointes qui étirent les fils parallèlement ; les nappes sont coupées par bandes

[1] En 1879, M. Cuchet, président de la chambre syndicale d'Aubenas, estimait à 3,400.000 kilog. le poids des soies ouvrées utilisées par nos fabriques de soieries ; Lyon en prend à lui seul 2,200,000 kilog. ; viennent ensuite Saint-Étienne et Saint-Chamond ; enfin Paris, Nimes, Tours, et les ateliers du Nord se partagent le reste. Outre cela, ces fabriques absorbent 400 à 500 mille kilog. de grège en nature et 3 à 4 millions de kilog. de frisons, bourres et déchets divers. La valeur totale de ces matériaux approche de 450 millions de francs. Mais on ne peut évaluer à moins de 600 millions celle des tissus, rubans, dentelles, etc., qui en proviennent et qui sont, pour une bonne moitié, destinés à l'exportation.

de longueur déterminée, que l'on dispose entre des planchettes, de façon à les pincer à moitié ; la partie flottante est exposée à l'action des peigneuses mécaniques ; la partie fixée est à son tour rendue flottante et peignée. Les déchets peignés sont enfin renappés et filés comme le coton.

Par ces procédés, les frisons et la bourre donnent des fils appelés *fleuret* et *chappe*, qui, une fois cuits et prêts pour la teinture, se nomment *fantaisie.*

La *galette* et la *filoselle* sont des produits de même sorte, mas obtenus avec les cocons percés.

La fantaisie et la filoselle fournissent des trames qui servent surtout à faire les foulards. On en fait des bas, des gants, de la passementerie et une foule d'étoffes mélangées de laine, de coton et d'autres textiles de moindre valeur. Ces étoffes mélangées ont presque l'apparence des soieries pures, et leur bas prix les fait rechercher par un grand nombre de consommateurs ; elles tiennent aujourd'hui une place énorme dans la fabrication lyonnaise, comme on peut en juger par les chiffres suivants :

Production de la fabrique lyonnaise en millions de francs.

	1879	1881	1883
Étoffes de soie et bourre de soie.......	186	186	184
Étoffes de soie mélang. de coton, laine, etc.	124	155	142
Étoffes de soie mélangée d'or et d'argent	4	10	4
Crêpes, gazes, tulles, ornements.......	30	42	41

QUATRIÈME PARTIE.

DU PAPILLON.

I. — Anatomie et physiologie du Papillon.

Sortie du cocon. — On reconnaît que le papillonnage est proche lorsque la couleur des yeux de la chrysalide devient très noire et la peau moins adhérente dans les joints des anneaux de l'abdomen. La sortie se fait généralement de 5 heures à 8 heures du matin.

En ouvrant quelques cocons avec des ciseaux, on parvient à voir comment l'animal s'échappe de sa dépouille, puis de sa prison soyeuse.

D'abord, la partie abdominale du papillon s'isole de la pellicule environnante ; ensuite, par le gonflement de la partie thoracique, la pellicule se fend sur la ligne dorsale, dans les trois anneaux du thorax, et cette fente se prolonge à droite et à gauche en suivant les deux bords des étuis des ailes : le papillon n'a plus alors qu'à retirer ses pattes, ses antennes et ses ailes hors des étuis correspondants ; toute la dépouille de chrysalide se trouve ainsi repoussée vers la région postérieure. Dans cette situation, la tête du papillon vient buter contre le bout supérieur du cocon.

C'est alors que l'animal émet de sa bouche deux ou trois gouttes d'un liquide limpide qui, par sa nature alcaline, décolle les fils soyeux ; avec ses pattes, le papillon écarte ces fils à droite et à gauche ; il insinue sa

tête, puis son thorax tout entier dans l'ouverture, et finit par sortir du cocon. Les fils soyeux ne sont pas coupés, mais seulement déplacés, et ils contractent, en se desséchant, de nouvelles adhérences entre eux ; avec beaucoup de patience et en s'aidant d'une solution alcaline, on parviendrait cependant à dévider chaque cocon percé en un fil continu.

Il arrive souvent que l'abdomen du papillon, surtout chez les femelles, ne passe que péniblement dans l'ouverture du cocon. La compression que subit alors la poche cœcale détermine l'évacuation par l'anus d'une partie de son contenu ; cette matière, rougeâtre ou même tout à fait brune, salit alors l'intérieur du cocon et aussi le pourtour de l'orifice ; ce pourtour, en effet, étant déjà mouillé par le liquide alcalin, s'imprègne aisément de la couleur excrémentitielle. Quand cet accident n'a pas lieu, l'évacuation de la matière susdite se fait peu après la sortie du cocon et précède presque toujours l'accouplement.

Description du papillon. — A sa sortie du cocon, le papillon est tout humide ; ses téguments sont mous, ses ailes épaisses, très courtes et pendantes ; mais, au bout d'un quart d'heure à peine, ses écailles sont devenues sèches et dures ; les lames des ailes se sont étendues en se déplissant, et ces ailes, ainsi amincies, sont très rigides ; cet effet est dû probablement à l'air que l'animal inspire par les stigmates du thorax et qu'il refoule dans les trachées des ailes. En même temps, le jabot, vidé du liquide qu'il contenait, se gonfle d'air rapidement ; aussi l'appelle-t-on *sac à air*. Les innombrables trachées qui se ramifient dans l'abdomen se remplissent aussi d'une grande quantité d'air.

Dans cette nouvelle phase de sa vie, l'animal a le corps tout couvert de poils écailleux, d'un blanc mat ou parfois un peu bruns. Ces poils sont des prolongements des cellules épidermiques ; ils ont eu, au début, la forme de petites ampoules allongées ; puis ces ampoules se sont aplaties et sont devenues de petites plaquettes chitineuses.

Ces plaquettes sont plus ou moins denticulées, surtout sur les ailes (V. fig. 28), où elles s'imbriquent régulière-

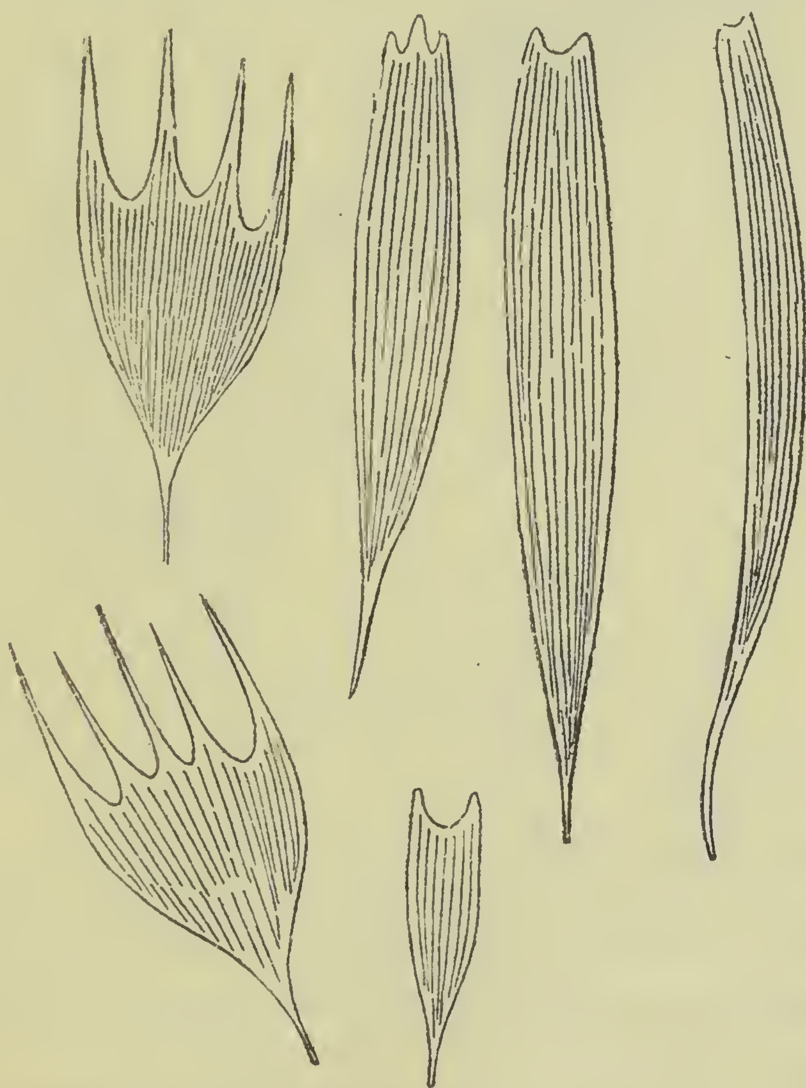


Fig. 28. — Écailles de l'aile supérieure.
G. = 200 diamètres.

ment comme les tuiles d'un toit ; sur le reste du corps, leur distribution est plus confuse.

On distingue dans le corps trois segments principaux : la tête, le thorax et l'abdomen.

Tête. Organes des sens.— La tête (V. fig. 29) a une forme ovoïde ; deux gros yeux en occupent les faces laté-

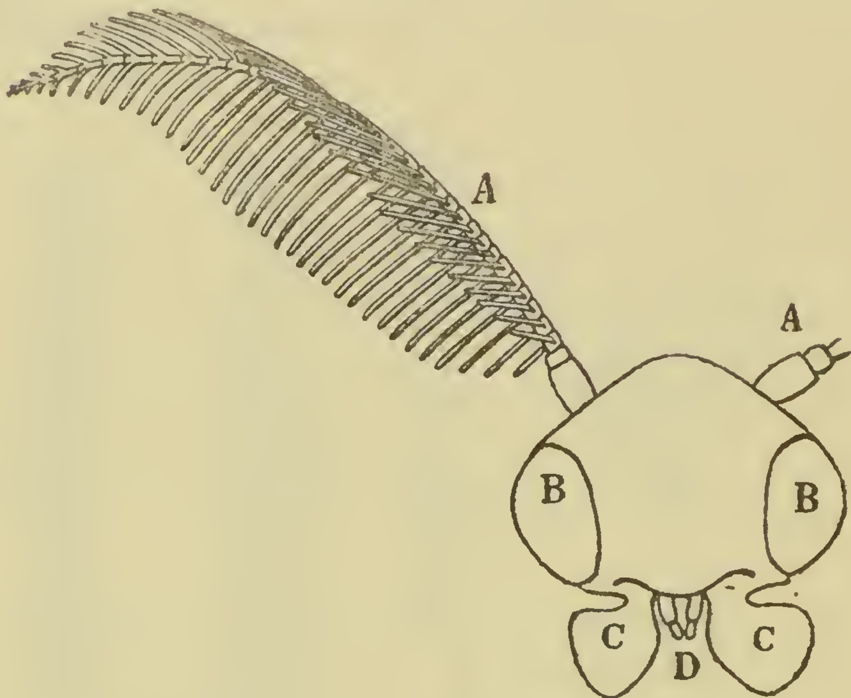


Fig. 29. — Tête d'un papillon, vue de face.
G. = 10 diamètres.
A, Antennes. — **B**, Yeux. — **C**, Mâchoires. — **D**, Palpes labiaux.

rales ; l'intervalle est revêtu de poils écailleux sous lesquels on découvre un petit repli transversal peu saillant, vestige du labre ; puis, plus bas, deux grosses ampoules blanchâtres qui représentent, soit les mâchoires, soit les palpes maxillaires ; plus bas encore, deux très petits palpes biarticulés, qui tiennent la place des palpes labiaux. Au sommet de la tête, au-dessus et en arrrière des yeux,

s'insèrent les *antennes*, qui sont des tiges assez longues, un peu courbes, formées de trente à quarante articles diminuant peu à peu de grosseur ; les deux de la base sont très gros et sans appendices ; chacun des suivants émet au contraire une paire de prolongements creux, arqués, garnis de poils. Le canal formé par les articles des antennes possède des muscles, des trachées et un nerf spécial.

On considère les antennes comme l'organe de l'odorat; en effet, les bombyx, qui représentent le genre de papillons chez lesquels cet organe atteint le plus grand développement, ont la faculté de sentir certaines émanations à de grandes distances : ainsi, les papillons mâles sont attirés de loin par l'odeur des femelles ; Cornalia a constaté qu'ils perdent cette faculté par l'ablation des antennes.

Chaque œil est formé de plus de dix mille petites cornées enchâssées dans autant d'hexagones réguliers juxtaposés ; le diamètre de chaque cornée est de 1/35 de millimètre (V. fig. 30). Sous chacune de ces cor-

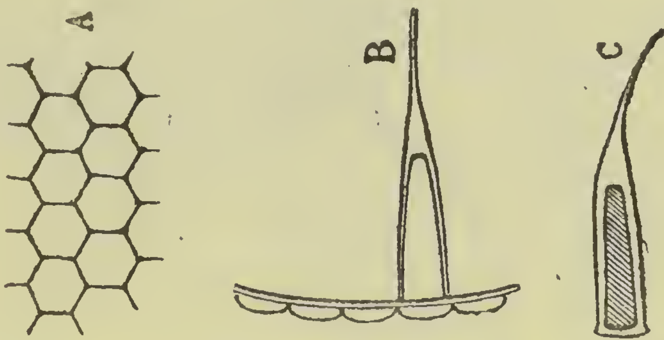


Fig. 30. — Fragment de l'œil du papillon.
G. = 200 diamètres.
A, Vu de face. — **B**, Vu de profil, avec un seul cristallin. — **C**, Le cristallin arraché, avec sa gaîne.

nées est ajusté un cône transparent appelé *cristallin*, isolé des voisins par un pigment violacé. Au sommet de

chaque cristallin aboutit un filet nerveux émanant d'une masse sous-jacente, la *rétine ;* entre cette rétine et les nerfs optiques, s'étend une matière noire qui représente le *choroïde.*

Les nerfs optiques sont relativement très gros ; ils forment les parties latérales de la masse nerveuse supra-œsophagienne ; cette masse, qu'on appelle aussi le *cerveau*, émet en outre : 1° en avant, deux proéminences d'où partent les nerfs des antennes, et deux petits filets aboutissant à un petit ganglion impair, appelé *ganglion frontal* ; 2° en dessous, deux cordons très courts qui pas-

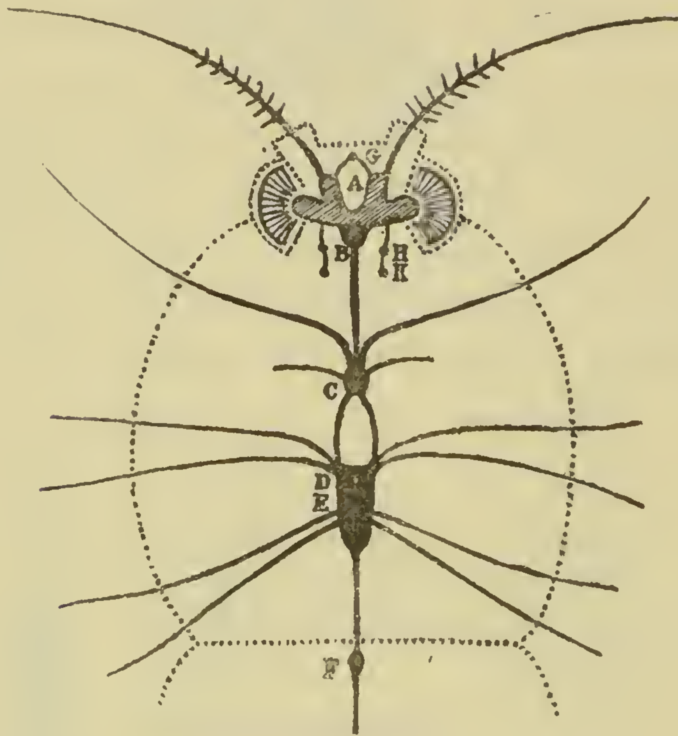


Fig. 31. — Partie antérieure du système nerveux du papillon, d'après CORNALIA.

A, Ganglion supraœsophagien. — **B**, Premier ganglion sous-œsophagien. — **C**, Deuxième ganglion sous-œsophagien. — **D**, **E**, Troisième ganglion sous-œsophagien. — **F**, Quatrième ganglion sous-œsophagien. — **G**, Ganglion frontal. — **H**, **K**, Autres ganglions du système nerveux splanchnique.

sent de chaque côté de l'œsophage et lui forment un collier étroit en se perdant dans le *premier ganglion sous-œsophagien* (V. fig. 31).

Toutes ces masses nerveuses remplissent presque à elles seules la cavité de la tête.

Thorax. Ailes. Vaisseau dorsal. — Le thorax, ou corselet, est formé de la réunion de trois anneaux. Le premier, ou *prothorax*, conserve une certaine mobilité propre ; il porte la première paire de pattes et une paire de stigmates. Le *mésothorax* et le *métathorax* sont au contraire étroitement soudés ; chacun porte une paire d'ailes et une paire de pattes, et on remarque que dans ces pattes il n'y a pas de hanche distincte ; cette pièce s'est incorporée aux pièces fixes des deux anneaux, tandis que, dans la première paire, la hanche est distincte et garde sa mobilité propre.

A part la hanche, on distingue ensuite dans chaque

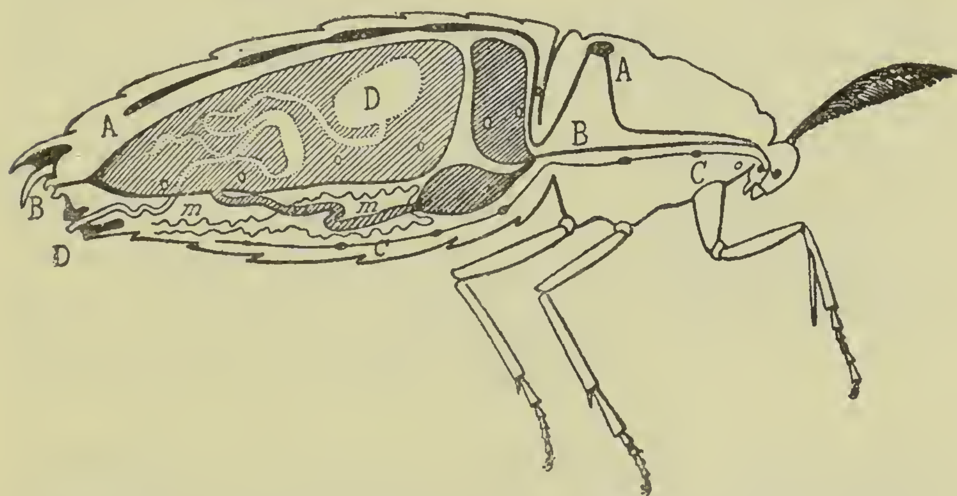


Fig. 32. — Coupe verticale du corps d'un papillon mâle, grossi 3 fois. **A A**, Vaisseau dorsal. — **B B**, Tube digestif. — **C C**, Système nerveux. — **D D**, Organes sexuels. — **M M**, Tubes de Malpighi (2 seulement sont figurés). — *o o o o o*, Situation des stigmates sur les flancs.

patte le *trochanter*, le *fémur*, le *tibia*, puis les six articles du *tarse*, dont le dernier est armé de deux petites griffes et porte entre ces griffes une petite ampoule ou pelote, sur laquelle la patte s'appuie. Les tibias de la première paire émettent chacun un appendice allongé, qui paraît une brosse pour les yeux ; les tibias des autres pattes ont chacun deux petits ergots (V. fig. 32).

Les ailes, au repos, forment un toit très obtus, presque plat ; celles de la seconde paire sont alors situées

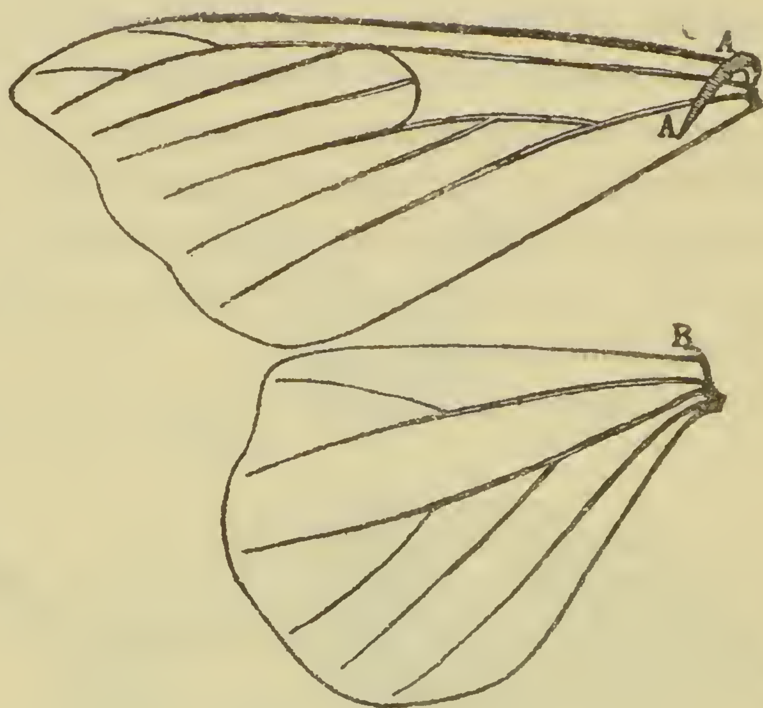


Fig. 33. — Ailes gauches d'un papillon mâle.
G. = 3 diamètres.
A, Paraptère. — **B**, Crin.

sous les premières et les affleurent par le bord antérieur en les débordant de beaucoup en arrière. La forme des premières ailes est assez allongée, falquée dans le bout ; à leur insertion sur le mésothorax on remarque une petite lanière courbe qui s'en détache et contourne cette

insertion : ce sont les *paraptères*. La forme des ailes postérieures est plus arrondie ; à la naissance de leur bord costal, on voit un petit prolongement en forme de crin aigu chez les mâles et de moignon arrondi chez les femelles (V. fig. 33).

La cavité du thorax est presque entièrement remplie par les muscles moteurs des ailes et des pattes et ceux qui rattachent le thorax à la tête et à l'abdomen. Le thorax est en outre traversé par deux canaux étroits, celui du vaisseau dorsal et celui de l'œsophage ; enfin il est traversé par la chaîne nerveuse, qui présente dans le prothorax un assez gros ganglion, et dans le mésothorax un ganglion énorme, provenant de la fusion des deux qui existaient chez la larve dans les deuxième et troisième anneaux.

Signalons, en passant, la marche du vaisseau dorsal : parti de la tête, il longe l'œsophage jusque dans le mésothorax, et là se relève pour aller s'ouvrir dans une poche assez large, qui remplit la cavité du *scutellum* ; cette poche, à parois musculeuses, a des pulsations comme un véritable cœur ; on peut les voir du dehors, sur l'animal vivant, en dénudant cette partie de ses écailles ; le vaisseau dorsal continue sa route en plongeant brusquement vers l'isthme de l'abdomen, puis se relève encore, dans cette dernière région, pour suivre la ligne médiane du dos jusque dans le 6e segment.

Abdomen. Organes copulateurs. — L'abdomen est composé de neuf segments ou anneaux, dont les parties postérieures ou *tergales* sont légèrement coriaces, tandis que les flancs et les parties antérieures ou *sternales* sont des membranes moins résistantes ; chaque

anneau est uni au suivant par une membrane encore plus délicate. Dans les mâles, le volume de l'abdomen est diminué par le chevauchement des anneaux, tandis que chez les femelles les anneaux sont écartés autant que le permet la distension des membranes, et cela par suite de l'énorme développement des œufs ; quand la ponte est effectuée, il n'y a plus aucune différence de volume entre les deux sexes.

Les sept premiers anneaux de l'abdomen sont pourvus de stigmates en forme de fente étroite, dont les bords sont contournés par une lame élastique; cette lame, courbée comme une faucille, s'ouvre plus ou moins, par le jeu de muscles insérés sur ses bords et sur une sorte de queue qui la prolonge intérieurement.

Le premier anneau manque de parties sternales, et son tergum est membraneux, sauf à ses bords, où il forme deux arcs-boutants assez solides qui s'appuient contre le métathorax; les stigmates de cet anneau sont sous ces arcs, très près du métathorax.

Le 2e et le 5e anneau portent des demi-lunes noirâtres, comme chez la larve.

Le 8e et le 9e anneau n'ont pas de stigmates; en outre, ils offrent des particularités remarquables, différentes suivant les sexes.

Chez les mâles, le 8e anneau a pour sternum une plaque chitineuse très dure, dont le bord externe est un peu arqué et muni de deux saillies aiguës ; en dedans, cette plaque est encore armée de deux petites dents tournées vers le dehors, comme les précédentes, de façon à protéger le 9e anneau. Celui-ci termine le corps et enclôt les organes de la copulation et l'orifice anal ; il peut se rétracter complètement dans la cavité du 8e anneau ; il

présente, en haut, une pièce chitineuse bilobée qui correspond au tergum et abrite sous elle l'orifice anal; cette pièce émet une sorte de mentonnière qui contourne cet orifice et le protège du côté opposé. Plus bas se trouve un second orifice, d'où s'élance la verge; une ceinture osseuse représentant le sternum protège cet organe; en outre, deux longues cornes rigides, appendices du sternum, se dressent en avant jusqu'à la hauteur de l'anus; elles forment une sorte de pince et sont susceptibles de s'orienter dans divers sens.

Chez les femelles, le 8e anneau est soudé au 7e du côté tergal, mais demeure très distinct du côté sternal: les bords n'offrent rien de particulier. Le 9e anneau est lui-même assez régulier du côté tergal; mais son sternum se distingue par une forme spéciale: c'est une plaque très dure, à bords denticulés, échancrée sur la ligne médiane; en dessous, c'est-à-dire du côté du 8e anneau, cette plaque présente une cavité assez évasée, sorte de cornet qui conduit à la poche copulatrice; en dessus, la plaque se courbe en gouttière et va rejoindre la partie tergale. Dans l'espace circulaire ainsi délimité se loge un gros bourrelet charnu, conique, qui est la terminaison de l'oviducte; la pointe de ce cône est fendue verticalement et s'entre-bâille quand un œuf doit franchir cet orifice pour être pondu; elle se referme aussitôt après. Au-dessus de cette fente, tout contre le bord de l'oviducte, débouche l'orifice anal; il n'y a pas de cloaque. Tout autour du bourrelet charnu que nous venons de décrire, la peau est très mince et très plissée, mais le sang peut la gonfler et produire ainsi deux masses turgides ampulliformes débordant de chaque côté de la pointe de l'oviducte; on observe toujours cette turgescence avant l'accouplement.

Organes intérieurs de l'abdomen. — La cavité abdominale renferme les organes de la reproduction ainsi que les parties postérieures des divers systèmes d'organes servant aux fonctions de nutrition et de relation.

Mentionnons d'abord, immédiatement sous la peau, les rubans musculaires qui vont d'un anneau au suivant. Puis, à la face dorsale, le *vaisseau dorsal*, avec les appendices rameux qui le soutiennent et qui ont l'aspect de glandes ; on les appelle les *ailes du cœur*. Ensuite à la face ventrale, la *chaîne nerveuse*, qui présente 5 ganglions logés dans les 2e, 3e, 4e, 5e et 6e anneaux.

En observant la chaîne nerveuse dans le papillon vivant, ce qui se fait aisément quand on a dénudé de ses écailles la face ventrale de l'abdomen, on voit que cette chaîne oscille continuellement de droite à gauche et de gauche à droite ; les ondulations qui se produisent ainsi semblent avoir quelque rapport avec la circulation du sang dans le vaisseau dorsal situé à la face opposée du corps. On s'explique du reste les mouvements de cette chaîne, car un grand nombre de fibres musculaires transversales s'insèrent sur elle. Il n'y avait rien de semblable dans la larve.

Entre le vaisseau dorsal et la chaîne nerveuse s'étend le tube digestif. A son entrée dans l'abdomen, le canal œsophagien se renfle en un gros sac plein d'air, le *sac à air*, dont les parois sont musculeuses ; ce sac, en se gonflant de plus en plus, facilite l'expulsion des matières qui remplissent les organes générateurs et la poche cœcale. Tout de suite après, vient la poche stomacale, dont les parois renferment de petites glandes parcourues de rameaux trachéens. Le volume de cette poche est fort réduit chez les sujets sains ; elle se ferme en arrière

par un sphincter, après lequel l'intestin commence.

De chaque côté de l'estomac se trouve une petite masse rougeâtre qui, au microscope, offre l'aspect d'un boyau ramassé sur lui-même, contenant des globules d'un jaune orangé ; c'est tout ce qui reste des glandes soyeuses ; la filière et les tubes sécréteurs ont disparu.

Dès son origine, l'intestin reçoit les deux conduits excréteurs des six vaisseaux urinaires ou *tubes de Malpighi* ; ceux-ci sont grêles, contournés comme une colonne torse, et s'étendent jusqu'au bout de l'abdomen ; ils sécrètent des urates de soude, d'ammoniaque, etc. Après un trajet assez long, le tube intestinal débouche dans une énorme poche pyriforme, à parois musculeuses, logeant aussi des glandes spéciales : c'est la *poche cœcale,* qui renferme, outre les urates en poudre grisâtre amenés par l'intestin, un liquide clair d'un rouge orange plus ou moins foncé ; cette poche s'ouvre à l'anus.

D'innombrables ramifications trachéennes, émanant des 14 stigmates abdominaux, se répandent sur tous ces organes et les tiennent en place, en même temps qu'elles leur fournissent l'air indispensable. D'autres rameaux supportent les lobules du tissu graisseux, qui garnissent encore fort abondamment les interstices de la cavité générale.

Organes reproducteurs. — Les organes reproducteurs ont déjà été succinctement décrits au chapitre de la Chrysalide.

Dans le papillon mâle, les deux testicules sont logés dans le 4e segment abdominal, à droite et à gauche de la poche cœcale ; ils sont réniformes ; leur longueur est d'environ 3 millim. Chacun émet de sa partie centrale un

gros tube *déférent*, qui fait plusieurs replis, puis se renfle en forme de vésicule. Les deux vésicules séminales accolées ont 3 à 4 millim. de long ; elles donnent naissance à un conduit *éjaculateur* unique, qui est grêle, tortueux et se termine par un bout rigide, saillant au dehors, le *pénis* ou *verge*. En outre, chaque vésicule séminale se prolonge latéralement en un long tube borgne qui sécrète un liquide spécial, destiné selon toute apparence à délayer le contenu des cellules spermatiques. Le pénis est un petit tube cylindrique de 1^{mm} à $1^{mm},5$ de long, de 1/5 de millimètre de diamètre, qui finit par un évasement en forme de triangle ayant son sommet le plus proéminent du côté dorsal.

Chez les femelles, les huit tubes ovariques sont, avant la ponte, distendus par les œufs, dont la formation est achevée jusqu'à une très petite distance des origines de ces tubes ; dans les culs-de-sac restants, on voit des îlots de cellules qui n'arriveront pas à se développer à l'état d'œuf. Il n'est pas rare de trouver 80, 90 et jusqu'à 100 œufs dans chaque tube ovarique; mais chez des sujets provenant de vers qu'on a fait jeûner dans les derniers jours, ce nombre peut être fort réduit. Après la ponte, les ovaires sont souvent tout à fait vides, et on reconnaît très bien à leur couleur safranée les parties nées des capsules génitales, tandis que le reste des tubes est d'un blanc laiteux.

A 10 ou 15 millim. de la pointe de l'abdomen, les huit tubes se groupent quatre par quatre en deux troncs fort rapprochés (V. fig. 34), qui après un trajet de 2 ou 3 millim. s'unissent en un seul conduit, l'*oviducte*. Celui-ci est coudé du côté dorsal, et jusqu'à ce coude il reçoit trois canaux : 1° sur le flanc droit, le canal de la *poche*

copulatrice ; 2° sur son flanc gauche, vis-à-vis le précédent, le canal d'une petite vésicule borgne, appelée *vésicule séminale accessoire*, analogue à la poche copulatrice

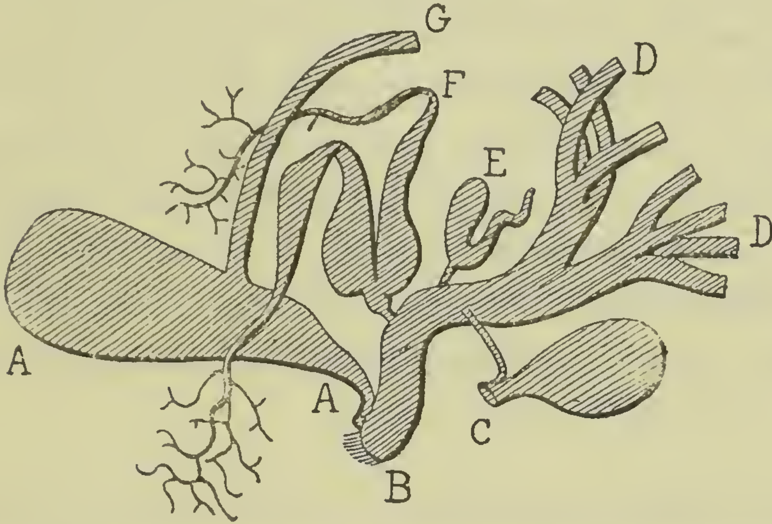


Fig. 34. — Organes génitaux femelles (Gr. = 4).
A, Poche cœcale. — **B**, Oviducte. — **C**, Poche copulatrice. — **D**, Tubes ovariques (coupés). — **E**, Poche accessoire. — **F**, Glandes du vernis. **G**, Tube intestinal (coupé).

mais privée d'orifice extérieur ; 3° du côté dorsal, un conduit très court qui amène le produit des deux glandes considérées comme *glandes du vernis*, parce que cette humeur visqueuse revêt chaque œuf à mesure qu'il vient d'être fécondé et qu'il franchit ce passage, pour être pondu l'instant d'après.

Fonctions de nutrition.— Les actes physiologiques de la vie du papillon sont mal connus. On sait seulement qu'il ne prend aucune nourriture ; il vit par conséquent aux dépens de ses réserves, notamment du tissu graisseux ; il respire activement et exhale de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau ; il évacue des excréments riches en acide urique ; cette consommation de ses tissus

le conduit fatalement à une mort rapide. Le froid et l'humidité ralentissent l'activité de ses fonctions, tandis qu'elles s'accélèrent dans un air chaud et sec ; aussi la durée de la vie des papillons souffre-t-elle des variations très grandes, soit que les sujets aient été d'abord à peu près identiques, mais placés ensuite dans des conditions diverses, soit que, placés dans les mêmes conditions, ils diffèrent les uns des autres par l'état de santé ou l'abondance des réserves nutritives. En moyenne, cette durée est de douze jours ; elle peut tomber à moins de vingt-quatre heures, et dépasser d'autres fois vingt-cinq et même trente jours.

Fonctions de relation. — En décrivant les organes de la tête, on a mentionné le peu de notions qu'on ait sur leurs fonctions.

Quant aux mouvements généraux du corps, ils sont d'une grande vivacité ; les mâles surtout s'agitent en battant leurs ailes bruyamment ; toutefois ils ne peuvent pas voler; les femelles, qui ont le corps très lourd, se déplacent à peine.

Fonctions de reproduction. — Sitôt que, de grand matin, les papillons sont sortis des cocons, les mâles recherchent les femelles ; ils tourbillonnent vivement autour d'elles, en recourbant leur abdomen pour les saisir avec leurs crochets copulateurs ; quand ils sont parvenus à rencontrer l'extrémité abdominale des femelles, ils s'y attachent étroitement, et l'accouplement a lieu. L'union se fait du reste au hasard, sans choix de la part du mâle ni de la femelle. L'accouplement dure souvent 8 heures, 10 heures et même davantage ; d'autres fois 1 heure

et moins encore, et alors de nouveaux accouplements succèdent au premier. Dans ces rapprochements, la poche copulatrice des femelles se trouve remplie du liquide séminal des mâles ; la ponte ne tarde pas à commencer.

A mesure que les œufs défilent dans l'oviducte, ils sont entourés par les zoospermes qui sont sortis de la poche copulatrice par le canal étroit dont elle est pourvue, et la fécondation s'opère. Ensuite le liquide gluant des glandes à vernis recouvre toute la coque, ferme le micropyle, et l'œuf est pondu. La partie de l'œuf qui sort la dernière de l'oviducte est précisément la plus pointue : c'est à son extrémité que se trouve la fossette du micropyle.

Ce qui prouve que la fécondation s'opère bien dans l'oviducte vis-à-vis le canal de la poche copulatrice, c'est que dans une femelle que l'on tue à cet effet, après qu'elle a subi l'accouplement, les œufs situés plus haut que ce canal se dessèchent en gardant la teinte jaune, tandis que ceux situés plus bas se colorent en gris et se développent d'une façon normale. Si la femelle n'a pas été fécondée, tous les œufs se dessèchent. Ces observations ont été faites par Malpighi.

Au sujet de la durée de l'accouplement, divers observateurs ont fait des remarques intéressantes. M. Cornalia, qui a mis un soin extrême à l'étude anatomique des organes reproducteurs, a estimé à 20 millim. cubes le volume de la poche copulatrice distendue par les zoospermes, et à plus de 20 millions le nombre de ces derniers ; il en a conclu que des accouplements même peu prolongés pourraient fort bien être suffisants ; et, en effet, il a eu des pontes bien fécondées en limitant cette durée à 1 heure, et parfois même à demi-heure. Il a reconnu également, ce qu'avait constaté avant lui Loiseleur-Des-

longchamps, qu'un seul mâle peut, avec des intervalles de repos convenable, féconder complètement plusieurs femelles.

M. Albert Lévi a reconnu que la durée de l'accouplement devait être dépendant de la température. A 20°R., une heure suffit ; à 16°, il faudrait de 4 à 6 heures pour obtenir le minimum de pontes nulles ou inféconides. L'accouplement illimité empêche un nombre notable de femelles de pondre leurs œufs, soit qu'elles périssent encore accouplées, soit qu'elles n'aient plus la force de déblayer leur oviducte des matières qui l'obstruent.

On voit donc que, dans la pratique, il convient d'effectuer le désaccouplement au bout de 5 à 6 heures ; qu'en outre on fait bien de réserver des mâles pour les faire servir le lendemain une seconde fois s'il était nécessaire.

On n'a pu observer aucune différence dans la qualité des graines qui proviennent d'accouplements illimités, ou limités à une durée suffisante pour que la fécondation ait lieu.

Le nombre et l'arrangement des œufs sur les surfaces planes servant à la ponte n'ont pu fournir non plus aucun indice de leur qualité.

Les croisements entre les races diverses, de toute couleur, se font sans difficulté. Les cocons qui en résultent appartiennent, les uns au type du mâle, d'autres au type de la femelle; d'autres enfin à un ou plusieurs types intermédiaires. Par exemple, en accouplant des mâles jaunes indigènes et des femelles blanc-japon, on a des cocons jaunes, des cocons blancs, et des cocons jaune-paille. Si on fait reproduire ces derniers, on a, l'année d'après, de nombreux retours aux types primitifs. Ces

croisements, sur lesquels nous aurons à revenir plus loin, ont été surtout étudiés dans le but de créer des races très résistantes contre la flacherie.

Fécondation et développement de l'œuf. — Les phénomènes qui ont lieu dans l'intérieur de l'œuf depuis le moment où il descend le long du tube ovarique jusqu'à celui où il est pondu, n'ont pas été tous observés dans notre Bombyx ; mais, par analogie avec ce qui se passe chez d'autres insectes, on peut s'en faire une idée assez précise, ainsi qu'il suit :

Nous avons vu que dans la chrysalide on trouve l'œuf constitué par une vésicule germinative encore entouré de matière vitelline ; une coque chitineuse, ou chorion, sécrétée à la périphérie, entoure le tout ; cette coque ne présente qu'une ouverture située à la pointe postérieure de l'œuf, c'est-à-dire du côté tourné vers l'origine du tube ovarique : c'est par ce *micropyle* que les zoospermes pénétreront.

Peu de temps avant que leur introduction s'effectue, l'amas de cellules vitellines qui était logé à la région micropylienne a fini par se résoudre en matière vitelline ; en même temps la vésicule germinative s'est rapprochée peu à peu de cette région, puis elle a subi des transformations spéciales. Elle s'est fondue, pour ainsi dire, dans le vitellus de l'œuf ; celui-ci a séparé alors de sa masse des cellules spéciales, appelées *globules polaires*, qui, d'après M. Balbiani, formeront les corps reproducteurs du futur animal ; le reste de l'œuf a acquis ensuite un noyau central, qu'on a appelé *pronucléus femelle.*

La pénétration des zoospermes dans l'œuf a pour effet de former un second noyau, le *pronucléus mâle* ; la fusion

des deux pronucléus en un seul noyau constitue l'acte intime de la fécondation. C'est par conséquent au moment même de la ponte ou dans les instants suivants que ce phénomène s'accomplit.

L'œuf est devenu ainsi apte à s'organiser ; à sa périphérie se forment des cellules dont l'ensemble représente une membrane mince : la membrane du *blastoderme* ; au dedans, de grandes cellules remplissent cette espèce de sac : c'est la matière nutritive ou *vitellus*.

La membrane blastodermique a d'abord le même aspect sur toute son étendue, mais bientôt elle devient mince et lisse partout, sauf sur une portion ayant la forme de *ruban* ou de *bandelette*, et qui représente les premiers rudiments du corps de l'animal ; la partie lisse, appelée *séreuse*, se boursoufle tout autour de cette bandelette, et les bords de la cavité ainsi formée se rejoignent, de sorte que la bandelette se trouve enfermée sous deux membranes : 1° celle du dedans de la cavité, qu'on appelle *amnios* ; 2° celle du dehors, qui enclôt tout l'œuf : c'est la *séreuse* déjà indiquée plus haut.

Le premier signe apparent de la fécondation de l'œuf est, comme on sait, sa coloration, qui vire du jaune clair au gris cendré. Cette coloration est due au pigment des cellules de la séreuse. Quand ce pigment apparaît, on peut être sûr que la bandelette germinative est formée. Chose curieuse : chez les races de vers à soie dites *annuelles*, depuis ce moment jusqu'au printemps suivant, plus rien ne change dans l'état de l'œuf ; il reste tel et même, en apparence du moins, que au huitième ou dixième jour après la ponte. Il présente par conséquent, en coupe, les parties suivantes :

1° La *coque*, dure dans ses couches extérieures,

et plus molle, quasi gélatineuse, dans ses couches intérieures ;

2° Une *mince membranule* produite par l'œuf avant même l'apparition du blastoderme ;

3° L'*enveloppe séreuse*, membrane à grandes cellules polygonales pourvues de pigment et de noyaux. D'après M. Selvatico, elle est sans pigment dans le Mylitta et le B. pyri;

4° Le *vitellus*, en forme de grandes cellules sphériques ayant un ou plusieurs noyaux ;

5° La *bandelette germinative*, ou *embryon*, située à l'opposite du micropyle ; elle présente dix-sept reliefs légers, qui sont les indices des plaques musculaires.

Parthénogénèse. — Que la coloration de la séreuse et la formation de la bandelette germinative puissent avoir lieu sans que l'œuf ait subi l'influence des zoospermes, c'est ce que prétendent quelques observateurs, au nombre desquels M. de Siebold. Ils affirment même que le développement de l'œuf se poursuit, en pareil cas, jusqu'à une éclosion parfaite ; en d'autres termes, il y a *parthénogénèse*. Mais ce fait, en le supposant exact, est à coup sûr excessivement rare chez le Bombyx du mûrier. En Italie et aussi en France, ceux qui ont essayé d'obtenir des œufs parthénogénétiques ont constamment échoué.

II. — Maladies du Papillon.

Papillons muscardinés. — Aucun papillon ne peut éclore d'une chrysalide muscardinée. La muscardine n'offre donc pas de danger sérieux pour les papillons

éclos. Toutefois il ne faudrait pas les mettre en contact avec des vers muscardinés, car les sporules de ceux-ci s'attacheraient aux papillons, germeraient rapidement, et en moins de trois jours arriveraient à les tuer.

Le cadavre du papillon muscardiné devient tout blanc à l'intérieur ; on y reconnaît aisément des filaments de mycélium de *Botrytis bassiana*, avec des spores adhérentes aux rameaux.

Papillons pébrinés. Sélection au microscope. — La pébrine est extrêmement fréquente chez les papillons ; ici, l'origine de la maladie remonte jusqu'à l'état de larve ; les corpuscules ingérés avec la feuille se sont multipliés dans le corps du ver, ont continué à augmenter en nombre dans la chrysalide, et enfin sont en nombre incalculable quand l'animal arrive à l'état de papillon. La Planche III représente l'aspect au microscope d'une gouttelette de la bouillie qu'on obtient en écrasant un tel papillon dans un mortier avec un peu d'eau.

Chez les sujets le plus profondément envahis, les ailes sont recroquevillées, gonflées d'ampoules de sang qui noircissent en se desséchant ; les flancs sont noirâtres ; l'accouplement et la ponte se font péniblement ou pas du tout ; parmi les œufs qu'ils pondent, un grand nombre sont corpusculeux.

Chez les sujets moins gravement malades, l'aspect extérieur ne décèle en aucune façon la présence des corpuscules parasitaires ; le microscope est pour cela indispensable. On peut obtenir des sujets de cette sorte en donnant des repas corpusculeux aux vers à la veille même de la montée ; on constate alors que beaucoup d'œufs, chez ces papillons, sont parfaitement sains ; les

premiers œufs pondus, notamment, qui sont les plus anciennement formés, sont beaucoup moins corpusculeux que les derniers.

On a pris longtemps les corpuscules pour des éléments normaux de l'organisme des papillons. Tout papillon, croyait-on, se résolvait, en vieillissant, en ces petits corps par une espèce de dégénérescence des tissus. Cette idée fausse empêchait naturellement qu'on pût songer à rechercher des reproducteurs non corpusculeux : ainsi, en 1860, M. Cornalia déclarait impossible le choix des papillons au microscope. Cependant, en 1862, M. Cantoni eut l'idée de sélectionner les pontes des sujets non corpusculeux : les essais qu'il fit en 1864 réussirent en effet très bien ; seulement ces essais, répétés en 1865, ne correspondirent plus à ses prévisions, de sorte que l'auteur abandonna sa méthode. Avec plus d'habileté et de persévérance, M. Pasteur, précisément à cette époque, entreprit l'étude de la maladie régnante ; de prime abord, il se convainquit que les corpuscules en étaient la cause ; que, cette cause éliminée, la santé des sujets serait irréprochable ; que, par suite, la sélection des pontes des papillons non corpusculeux devait être le remède le plus radical et le plus simple qu'on pût employer. Il reprit donc, sans l'avoir connue, l'idée abandonnée par M. Cantoni, et par deux années de longues et patientes recherches il l'établit sur des bases inattaquables. Elle lui appartient donc absolument.

Que l'on fasse donc des couples de papillons bien isolés les uns des autres ; que les pontes provenant de chaque couple soient conservées, et, avec ces pontes, les cadavres des couples correspondants ; il suffira d'é-

tudier ces cadavres au microscope pour distinguer les couples malades (V. Pl. III) et les couples qui sont exempts de corpuscules. Ce sont les œufs de ces derniers que l'on devra considérer comme sains, et, par suite, conserver à l'exclusion des autres. Tel est, *en ce qui regarde la pébrine, le système de sélection Pasteur.*

Ce système est simple et assuré, car les manipulations qu'il exige sont à la portée de tous, et il est absolument impossible qu'aucun œuf ainsi trié contienne des germes de corpuscules.

Une seule circonstance semblerait, dans la pratique, devoir causer quelques embarras : c'est l'obligation d'enfermer chaque couple sitôt qu'il est formé, pour empêcher que les mâles ne voyagent d'une femelle à une autre. Mais on y parvient sans peine par l'usage des *cellules-sachets* en gaze légère. Bien plus, cette petite difficulté peut encore être évitée, grâce à une observation faite par les praticiens : c'est que l'infection du mâle ne peut exercer d'influence sur les œufs ; dès lors, l'examen microscopique et, par suite, l'isolement, pourront *ne porter que sur les femelles.* MM. Bellotti et Crivelli en Italie, M. de Rodez en France, ont fait à ce sujet des observations qui paraissent décisives quant à la nulle influence du mâle. M. Balbiani explique le fait par la structure de la poche copulatrice, qui est dépourvue de muscles ; il faut donc que ce soient les zoospermes qui se glissent dans le conduit allant à l'oviducte : les corpuscules, étant inertes, ne peuvent effectuer ce trajet ; dès lors, leur présence est indifférente.

Papillons flats.—Quand on examine les papillons d'un lot de cocons sortant d'une chambrée atteinte par

la flacherie, on observe que beaucoup meurent après deux ou trois jours seulement d'existence ; beaucoup ont l'abdomen lourd et pendant, et la poche stomacale bien plus volumineuse qu'à l'état normal ; il y en a même chez qui on trouve des vibrions. Quand ces caractères se présentent dans un lot, il convient évidemment de rejeter du grainage ce lot tout entier. Il ne faut pas songer à faire de triage parmi les individus, en se fondant sur ce que les uns vivraient plus que les autres ou auraient la poche stomacale plus réduite, ou enfin seraient exempts d'organismes; car, on ne saurait trop le répéter : *les sélections relatives à la flacherie portent sur les chambrées et non sur les individus*, parce que ce sont les chambrées tout entières qui ont subi les influences déprimantes auxquelles on doit attribuer les cas de flacherie survenus.

Cela n'empêche pas que la longévité des papillons ne puisse servir de base à une sélection utile ; on ne peut en effet se défendre de considérer les plus vivaces comme plus robustes que les autres ; seulement cette sélection n'a pas la haute importance qu'on serait tenté, *à priori*, de lui attribuer.

Quelques personnes croient aussi pouvoir effectuer un triage sur les pontes, en excluant celles des papillons qui offrent au microscope des signes de putréfaction. Or, l'état de conservation des cadavres dépend essentiellement de la rapidité de la dessiccation après la mort ; si la dessiccation n'est pas rapide et suffisante, les papillons, même les meilleurs, ne manqueront pas de pourrir. La sélection faite d'après ce caractère est donc illusoire. D'ailleurs, s'il y avait lieu d'éliminer pour cause de flacherie, il faudrait *tout* éliminer, et non pas quelques pontes seulement.

Nous avons considéré ici la grande dimension de la poche stomacale comme un caractère pathologique. Il faut bien dire cependant que les pontes des sujets offrant ce caractère ont donné à plusieurs expérimentateurs les mêmes résultats que celles de papillons à estomac extrêmement réduit ; il y a donc à douter de sa vraie signification.

III. — Du Grainage.

Importance du choix des graines. — Parmi toutes les questions qui intéressent les magnaniers, il n'en est pas de plus importante que celle de la confection des graines. Si, en effet, les insuccès sont dus bien souvent à quelque défaut dans l'éducation proprement dite ou à quelque vice d'installation de la magnanerie, plus souvent encore ils sont la conséquence fatale de la mauvaise qualité de la graine.

Cette influence considérable de la graine n'a rien qui étonne, quand on réfléchit à la propriété si remarquable qu'ont les êtres vivants de se répéter dans leurs descendants, et qu'on appelle loi d'*hérédité*. L'hérédité tend à conserver, outre les caractères de genre et d'espèce, ceux de race, de variété, et même les plus petits détails de structure : bien plus, elle tend à conserver encore dans l'animal les instincts de ses parents et leurs facultés diverses. Ainsi, on peut dire que, dans le ver à soie, la figure des organes, leur volume, leur couleur, leur état de santé ou de maladie, la force ou la faiblesse des muscles, le degré de longévité, la puissance de reproduction, résultent pour une grande part de l'existence des mêmes qualités chez ceux d'où il descend ; il en est même de ses

instincts, par exemple, de la manière dont il fait son cocon et le loge sur la bruyère.

La graine, c'est-à-dire l'œuf fécondé, représente virtuellement toutes ces qualités ; elle est la continuation des générations précédentes. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les individus qui en naîtront participent de ces qualités : qu'ils soient sains et robustes si leurs ancêtres ont été tels ; qu'ils soient au contraire infirmes et même incapables de vivre si leurs ancêtres ont été affectés de quelque vice, et notamment de maladies parasitaires.

De là, l'importance capitale du bon choix des graines qu'on veut élever. Un bon régime, des soins intelligents durant l'élevage, sont à coup sûr d'excellentes conditions de succès ; mais, répétons-le encore, la bonne qualité des graines prime tout.

Caractères sur lesquels la sélection peut être fondée. Méthode Vittadini. — A aucune époque ces notions n'ont été entièrement méconnues ; les graineurs soigneux ont toujours choisi les vers, les cocons et les papillons qu'ils destinaient à la reproduction. Mais cette sélection n'a pu, jusqu'à ces dernières années, reposer que sur des caractères d'une valeur fort douteuse, caractères en général purement superficiels : ainsi, on se contentait le plus souvent de savoir qu'une chambrée avait produit beaucoup de cocons, pour en conclure que ces cocons pouvaient être livrés au grainage ; nous savons aujourd'hui à quel point cette règle était erronée. D'autres fois, on produisait la graine au hasard, et on l'étudiait ensuite : les uns, comme M. Vasco et M. Darbalestrier, examinaient la moucheture de la coque ; d'autres, comme M. Kaufmann, en faisaient cuire une pincée pour voir la

couleur plus ou moins violacée qui en résultait; d'autres, avec M. Mitifiot, faisaient pondre les femelles en cellules et rejetaient les pontes qui, au bout d'un certain temps, n'étaient pas bien colorées. Ces procédés, est-il besoin de le dire, n'avaient rien que de fort incertain.

Un progrès notable suivit l'observation, faite en 1857 par MM. Vlacovich et Osimo, des corpuscules ovoïdes (*pébrine*) dans les œufs : MM. Vittadini et Cornalia, voyant dans ces corpuscules des produits pathologiques, fondèrent, en 1859, sur l'exclusion des graines corpusculeuses, une méthode de sélection qui a rendu et même aujourd'hui rend encore de grands services. On soumet à l'incubation, après l'hiver, un échantillon de chacun des lots de graines qu'on veut étudier, puis on observe au microscope les petits vers fraîchement éclos : pour cela, on les écrase un à un, ou par groupes de deux ou trois, avec très peu d'eau, sur des lames de verre ; on couvre ces préparations avec des lamelles, et on les examine. Si l'on ne trouve pas de corpuscules, il y a probabilité, mais non certitude, que la graine soit saine. Si l'on en trouve, la graine est mauvaise, mais encore tolérable industriellement si la proportion des sujets malades est inférieure à 5 °/₀ pour les races jaunes, et 10 °/₀ pour les races japonaises.

L'inconvénient de cette méthode est de ne s'appliquer qu'à des graines déjà faites. Ce qu'il fallait, et ce que M. Pasteur le premier a trouvé, c'est le moyen de n'en pas faire de mauvaises, en faisant porter la sélection, non plus sur les graines, mais sur les chambrées et les papillons qu'on destine à la reproduction. En effet, c'est une conséquence immédiate de la loi d'hérédité, que la graine ne peut pas être saine si les papillons qui l'ont

produite ne sont pas exempts de toute maladie qui lui soit transmissible; les règles de la confection des graines dépendent donc étroitement de la connaissance des maladies des vers à soie ; elles sont un des plus beaux résultats des recherches de M. Pasteur.

Méthode Pasteur. — M. Pasteur a démontré en premier lieu, comme nous l'avons dit plus haut, que les papillons corpusculeux ont une portion plus ou moins grande de leurs œufs infectée de corpuscules, ou, tout au moins, des germes de ces parasites. Il s'ensuit évidemment qu'on devra rejeter les pontes de ces papillons, et ne conserver que celles des papillons absolument exempts de corpuscules.

Conséquences : faire le grainage en cellules ; et ultérieurement, étudier les papillons au microscope, pour opérer la sélection des pontes.

En second lieu, M. Pasteur a prouvé que les graines tirées de chambrées atteintes de flacherie étaient beaucoup plus sujettes que les autres à contracter cette même maladie ; en d'autres termes, qu'il y avait transmission par hérédité, non pas précisément de la flacherie, mais d'une certaine débilité dans l'organisation. En conséquence, on devra rejeter du grainage les chambrées suspectes de flacherie.

Les deux règles que nous venons d'énoncer constituent *le système Pasteur pour la confection des graines.* Elles doivent évidemment s'appliquer dans l'ordre suivant : 1° *Sélection des chambrées*, afin d'opérer l'exclusion des chambrées atteintes de flacherie ; 2° *Sélection des papillons*, afin d'opérer l'exclusion des pontes des sujets corpusculeux.

La première de ces sélections n'exige l'emploi d'aucun instrument pour l'inspection des vers ; il suffit de les voir à la montée. La seconde se fait, comme on l'a dit, sur les papillons, à l'aide du microscope. La première ne peut suppléer à la seconde, ni la seconde à la première, car chacune a son but spécial et distinct ; les graineurs doivent donc attacher à l'une et à l'autre une grande importance et un égal soin.

Il n'y a pas d'autre sélection à opérer, parce qu'on ne connaît pas d'autre maladie qui se transmette des papillons aux œufs: ainsi, ni la muscardine, ni la grasserie, ni même, autant qu'on le sache, la gattine, ne peuvent passer d'une génération à la suivante.

Cela ne veut pas dire qu'on ne puisse faire attention à divers caractères pathologiques des vers, des chrysalides et des papillons ; mais, dans l'étude de ces caractères, c'est toujours l'exclusion des sujets corpusculeux et l'exclusion des chambrées affaiblies qu'on se propose ; par exemple, on rejettera les vers tachés, les papillons à flancs noirs, les lots de cocons où la mortalité ne s'arrête pas, où les papillons périssent rapidement, etc., etc. Ces particularités ont été déjà mentionnées pour la plupart ; celles qui ne l'ont pas été n'ont probablement pas grande valeur.

Chambrées pour grainage. — Ayant ainsi établi les principes du grainage, nous allons voir la suite des opérations qu'il conviendra d'exécuter, pour mettre ces principes en pratique.

La première chose à faire est de se procurer comme point de départ une graine aussi bonne que possible, et de la distribuer par petits lots entre divers éducateurs,

dans un rayon tel qu'on puisse visiter fréquemment toutes ces petites chambrées. Chacune de ces chambrées sera isolée aussi exactement que possible des chambrées voisines, soit que l'isolement résulte des distances, soit qu'on obtienne les mêmes effets en commençant l'élevage une huitaine de jours avant les voisins ; dans ce dernier cas, en effet, on n'a plus à craindre la contagion à l'époque où elle serait la plus active, à cause de la surabondance des poussières et de la fréquence des visiteurs. Inutile de dire que les vers devront avoir tout l'espacement désirable. On leur choisira autant que possible pour nourriture une feuille excellente, appropriée à leur âge. Enfin on ne hâtera pas à l'aide d'une chaleur excessive la marche des vers ; une durée de trente à trente-deux jours, de l'éclosion à la montée, semble être le minimum qu'on doive fixer ; beaucoup d'éleveurs laissent volontiers ces sortes d'éducations durer trente-cinq, quarante jours et même plus, en ne faisant jamais de feu ; mais on ignore encore si cette prolongation d'existence est réellement avantageuse à la santé des vers.

Lorsques les vers seront à la montée, on pourra décider quelles chambrées conviennent ou ne conviennent pas au grainage, *en ce qui regarde la flacherie*.

Celles qu'on aura choisies seront alors soumises à une étude spéciale, pour fixer exactement *quelle proportion de sujets corpusculeux elles renferment*. On possédera déjà une première indication à ce sujet si l'on a eu la prévoyance d'examiner à la montée les derniers vers traînards ; si quelques-uns d'entre eux ont offert des taches de pébrine, il est certain qu'il y aura une proportion très notable, 10 °/₀ au moins et souvent davantage, de sujets corpusculeux chez les papillons. Il y a donc lieu de

choisir, dès le principe, les chambrées où *pas un seul ver* n'a offert de taches de pébrine dans les derniers jours. Mais, pour être fixé d'une façon précise et certaine sur le nombre des sujets corpusculeux du lot de cocons, il faut étudier tout entier un échantillon de ce lot, choisi de la manière suivante :

Trois ou quatre jours avant qu'on dérame les cocons, on prélève çà et là, tant parmi les premiers montés que parmi les derniers, quelques centaines de cocons, par exemple cinq cents pour un lot de 40 kilos ; cet échantillon est porté dans une étuve ou une chambre chaude, où l'on maintient jour et nuit une température de 30 à 35° centigrades et une assez forte humidité ; on accélère ainsi la formation des papillons. Pendant ce temps, les cocons du lot ne sont qu'à 20 ou 25°, et souvent même pendant la nuit à des températures moindres ; on aura donc tout le temps de les étouffer si le lot est rebuté, ou de les mettre en filanes dans le cas contraire.

De deux jours en deux jours, on prend une dizaine de chrysalides de l'échantillon, et on y recherche les corpuscules à l'aide du microscope. Si l'on en aperçoit dans les huit ou dix premiers jours, ne fût-ce qu'en nombre très faible, on peut être sûr que la proportion des papillons corpusculeux sera considérable. Quand les chrysalides sont mûres, ce qu'on reconnaît aisément à ce que les yeux deviennent noirs et les œufs plus durs à écraser sous le pilon, et aussi à ce que quelques-unes sortent à l'état de papillons, on procède à l'examen définitif. On écrase un à un les papillons sortis et les chrysalides qui restent, et on y recherche les corpuscules ; le tant pour cent qu'on trouve ainsi ne diffère pas de celui qui existera dans le lot tout entier.

Triage des cocons. — Les lots de cocons acceptés définitivement sont mis en filanes, et ces filanes suspendues dans une chambre bien aérée. La fumée du tabac, l'odeur de camphre, et généralement toutes les vapeurs odorantes, doivent être exclues de ce local.

Les graineurs les plus soigneux excluent du grainage les *cocons faibles* et les *cocons doubles*, suspectant les premiers d'être produits par des sujets débiles, et les seconds d'être capables de léguer par hérédité, à la génération suivante, une tendance à faire des doubles en grand nombre. Ces scrupules sont, *à priori*, très fondés, et il est sage de suivre la même ligne de conduite. Cependant il faut bien avouer que Dandolo regarde ce triage comme inutile : la santé du ver est, d'après lui, entièrement indépendante d'un petit excédent ou d'un petit déficit dans le poids de la soie sécrétée ; en d'autres termes, un ver plus vigoureux qu'un autre peut faire parfois un cocon moins fourni que ce dernier. L'abbé de Sauvages va plus loin : il assure que des graines tirées de cocons très faibles, ou *peaux*, ont donné pendant plus de quinze ans de bons succès. Et quant aux doubles, il conseille, comme très économique, de les réserver pour le grainage. Nul doute que ce système ne soit économique ; mais est-il propre à fournir des sujets de choix ? Là est la vraie question, et je ne crois pas qu'aujourd'hui personne ose y répondre affirmativement.

Le triage des cocons peut encore se faire à un autre point de vue : la séparation des mâles et des femelles. On détermine d'abord le poids moyen d'un cocon simple, en divisant par 500 le poids total de 500 cocons ; on tare ensuite une balance pour ce poids moyen, et on y jette successivement chaque cocon : les plus légers

sont en majorité des mâles; ceux au contraire qui font trébucher la balance sont en majorité des femelles. Mais un tel triage n'est utile que quand on a intérêt à tenir les sexes séparés, en vue de croisements entre divers lots. Peut-être aussi permettrait-il une petite économie de quelques cocons mâles, en faisant servir plusieurs fois les papillons mâles conservés; mais le travail des pesées rendrait cette économie bien faible. Dans la pratique usuelle du grainage, on ne cherche pas du tout à séparer les cocons de chaque sexe.

Graine industrielle. — On appelle *graine industrielle* celle qui est obtenue en réunissant en masse, sur une ou plusieurs grandes toiles, les femelles pondeuses. Si le lot de cocons d'où ces femelles sortent a été étudié suivant la méthode Pasteur, on en connaît d'avance le degré d'infection corpusculeuse; on n'a par conséquent procédé au grainage que parce qu'on a jugé ce degré tolérable.

Il n'y a pas encore bien longtemps qu'on n'hésitait pas à faire grainer suivant cette méthode des lots à 10 °/₀ de sujets corpusculeux. Mais aujourd'hui on est arrivé à restreindre la maladie corpusculeuse à de telles limites qu'on trouve sans peine, par exemple dans les Alpes, le Var, le Roussillon et tous les pays de petite culture, des chambrées à 3 °/₀, 2 °/₀, 1 °/₀ et même à zéro. Il n'y a pas de doute que la graine issue de ces chambrées ne soit parfaitement suffisante pour récolter 40 kil. de cocons à l'once; seulement l'infection corpusculeuse dans ces cocons sera généralement assez intense; cela dépendra, du reste, de l'isolement de la chambrée et de l'espacement donné aux vers. Le véritable avan-

tage de la graine faite industriellement par ce système est son bon marché. Rien n'est plus facile, en élevant à part 4 ou 5 gram. de graine cellulaire pure, que d'obtenir 8 à 10 kilos de cocons assez sains pour donner en graine une vingtaine d'onces; cette graine sera élevée l'année suivante pour donner des cocons destinés à la filature.

Le grainage des papillons en masse est extrêmement simple. On récolte le matin les couples formés sur les filanes, et on les dépose sur des toiles tendues horizontalement; il est commode d'avoir à cet effet de petits châssis de 40 à 50 cent. de côté, sur lesquels on cloue un morceau de calicot. Pour les sujets non accouplés, on les réunit sur un de ces cadres, et, à mesure que les couples se forment, on les retire pour les mettre sur un autre cadre. Dans le cours de ces manipulations, on a soin de trier et de jeter tous les papillons de mauvais aspect, notamment ceux dont les flancs sont tachés de plaques noires, qui sont tous corpusculeux.

L'après-midi, on désaccouple, on jette les mâles ; ou bien, si l'on craint d'en manquer, on les met à part pour le lendemain; on pose les femelles sur une grande toile placée verticalement ou très légèrement inclinée. Au bout de deux jours, la ponte est finie et on peut jeter aussi les femelles.

Graine cellulaire (Système Pasteur).— La graine cellulaire (système Pasteur) est faite en isolant tous les couples, ou au moins tous les papillons femelles, et excluant rigoureusement, après examen des papillons au microscope, les pontes des sujets corpusculeux.

Pour préparer la graine cellulaire pure avec isolement complet de chaque couple, le procédé le plus économi-

que consiste à surveiller de grand matin la sortie des papillons, afin de saisir chaque couple sitôt qu'il est formé, et de mettre ces couples dans autant de sachets ou petites bourses d'une étoffe légère très perméable à l'air, comme la tarlatane, la mousseline, etc. On élimine, bien entendu, les couples qui paraîtraient défectueux pour un motif quelconque.

Chaque sachet, une fois fermé, reste suspendu à l'air; l'accouplement dure *ad libitum*; la femelle pond, et les deux papillons périssent dans ce sac, d'où on les tirera plus tard pour les étudier au microscope. Si l'on veut dans ce système pratiquer l'accouplement limité, on sépare les papillons assez facilement sans ouvrir le sac et on enferme le mâle dans un coin avec une épingle; d'autres fois on le tue en lui pinçant la tête fortement; mais alors on doit s'attendre à ce que ces cadavres pourriront et donneront une très mauvaise odeur; il faudra donc une ventilation très énergique.

Au lieu de sachets, on peut aussi employer, comme l'a toujours fait M. Pasteur, des cellules *ouvertes*, c'est-à-dire des morceaux de toile ayant environ de 12 à 15 cent. de long sur 8 à 10 de large, suspendus le long de cordes tendues sur de grands châssis; on y met les couples le matin; dans l'après-midi, on sépare les mâles et on enferme chacun d'eux dans un repli de la toile correspondante ou dans un cornet de papier attaché à cette toile; la femelle pond, et, quand elle a fini, on l'enferme à son tour à l'autre angle de la cellule. Ce système exige que les toiles-cellules soient assez espacées, afin que les papillons ne puissent pas voyager de l'une à l'autre; malgré toute la surveillance possible, cet accident arrive souvent; il y a aussi un certain déchet venant de ce que

des papillons se perdent en tombant par terre. Dans ce système, l'accouplement illimité n'est pas praticable.

Lorsque l'isolement se borne aux femelles seules, ce qui est le cas le plus ordinaire, on procède en tout comme s'il s'agissait d'un grainage en masse, avec cette seule différence qu'au lieu de réunir après le désaccouplement les femelles sur une toile unique, on les met une à une

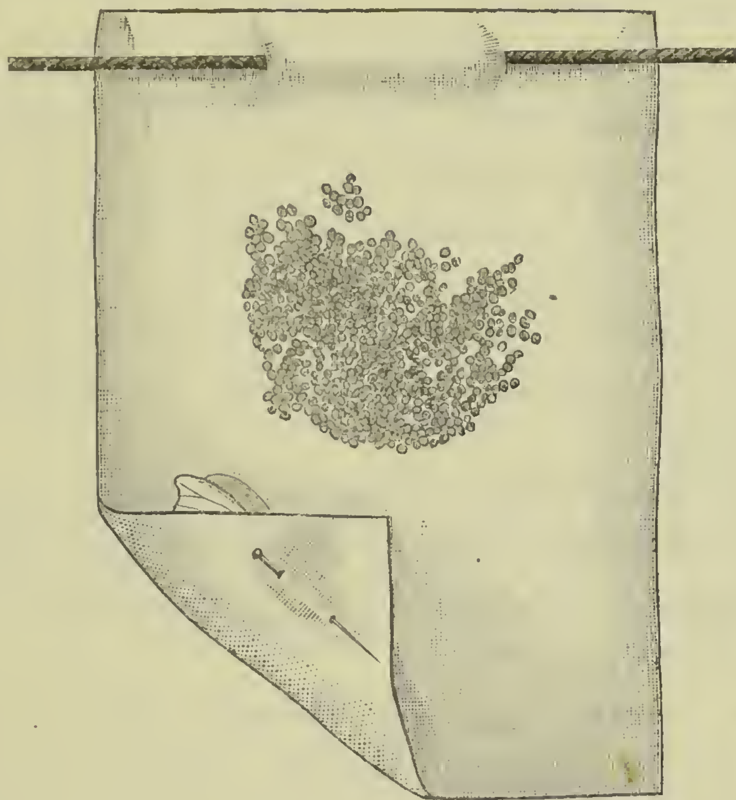


Fig. 35. — Toile-cellule PASTEUR (isolement de la femelle seule).

sur autant de petites toiles (V. fig. 35) ou dans autant de sachets.

Au lieu de toiles et de sachets, quelques personnes emploient, pour l'isolement des papillons, des cases cylindriques ou coniques en fer-blanc, en zinc, en carton et même en terre cuite ; ces cases sont posées les unes con-

tre les autres sur une toile horizontale divisée en compartiments ; elles isolent, soit les couples, soit les femelles seules ; chaque ponte s'effectue donc sur un compartiment de la toile où un numéro d'ordre est inscrit; le même numéro est reporté sur la boîte ou le cornet où sera conservé le cadavre du papillon. En Italie, on prépare exprès, pour cette conservation, des boîtes à casiers numérotés, dont l'usage facilite celui des cases ci-dessus mentionnées.

Si l'on a affaire à un lot peu corpusculeux, il est économique de se servir de sachets ou de toiles de dimensions un peu plus grandes que l'ordinaire, et de réunir deux et même trois femelles dans chaque cellule : l'examen au microscope porte sur les deux ou trois cadavres broyés ensemble, et on va ainsi plus rapidement ; il est vrai que si l'un se trouve corpusculeux, la cellule entière est perdue.

Quand il ne s'agit que de préparer quelques centaines de pontes cellulaires, on peut adopter indifféremment tel ou tel genre de cellules, et il n'est pas bien difficile d'éviter toute confusion.

Mais si l'on se proposait de confectionner de très grandes quantités de graine cellulaire, exigeant un nombre de cellules considérable, on ne saurait mieux faire que d'imiter les dispositions imaginées à cet effet par M. Susani, qui lui permettent de préparer de la façon la plus correcte environ quatre millions de cellules.

Ici, la cellule-sachet est indispensable. On la fait d'un morceau de tarlatane de 9 centim. sur 18, plié en deux ; les côtés du sachet sont cousus avec des fils assez fragiles, afin qu'on puisse les briser plus tard sans peine pour le lavage des graines ; le fil qui doit fermer le sachet doit

être au contraire assez fort pour ne pas se rompre quand on fronce cette espèce de bourse, afin d'y enfermer les papillons ; ce fil tiré forme une *anse*.

Pour tenir exposés au grand air ces sachets remplis de papillons, il y a un grand nombre de châssis très légers de 1m,80 sur 0m,90, supportant des ficelles tendues à des intervalles de 18 centim. environ ; sur chaque ficelle, on a enfilé un certain nombre de petites boucles dont les branches recourbées servent à suspendre les sachets par les *anses* mentionnées tout à l'heure.

Chaque châssis garni de ses sachets, au nombre de cinq cents environ, porte un numéro d'ordre pareil à celui du lot de cocons correspondant. Tous les châssis sont suspendus à des crochets, avec un espacement suffisant, dans de vastes salles très aérées ; on les visite tous les deux ou trois jours, afin d'examiner tous les sachets sans exception et écraser les dermestes qu'on pourrait y apercevoir ; ces insectes en effet vont pondre leurs œufs à proximité des cadavres des papillons, et plus tard les larves qui sortent de ces œufs dévorent les papillons d'abord, et les graines ensuite ; il faut donc leur faire une chasse continuelle.

Sélection microscopique. — Pour effectuer l'étude au microscope d'un si grand nombre de cellules, M. Susani a organisé des ateliers qui peuvent servir de modèles sous tous les rapports. La division du travail y est poussée aussi loin que possible. Une ouvrière détache les cellules des cadres, jette au rebut celles qui sont vides de graines ou garnies de graines non fécondées, et place les autres une à une dans les compartiments de boîtes faites *ad hoc*, de sorte que chaque cellule est à

côté du mortier où ses papillons seront broyés et ne s'en séparera plus ; toute erreur est ainsi rendue impossible. D'autres ouvrières extraient les papillons des sacs et les mettent dans les mortiers avec très peu d'eau ; un ou deux coups de pilon seulement suffisent pour humecter les cadavres. Quelques heures plus tard, les plateaux chargés des boîtes en question arrivent aux mains d'autres ouvrières qui achèvent de piler les papillons et portent les plateaux à l'atelier des microscopes.

Ici, le jour est donné par des fenêtres basses, placées à la hauteur des tables de travail ; beaucoup plus haut, d'autres fenêtres répandent dans la salle la clarté nécessaire. Chaque microscopiste étudie une série des plateaux qu'on lui apporte, les marque de son nom ou de son numéro d'ordre, et les envoie à contrôler, après qu'elle a distingué par une marque particulière les mortiers trouvés corpusculeux.

Au contrôle, on met dans un grand mortier conique une partie du contenu des petits mortiers jugés comme étant exempts de corpuscules ; on agite, et, après quelques instants, le contrôleur prend au fond du grand mortier un peu de la bouillie précipitée : s'il y trouve des corpuscules, le plateau est renvoyé à l'ouvrière, qui doit recommencer son travail ; s'il n'en trouve pas, les cellules saines sont enlevées et mises à part, et le prix du travail fait est porté en compte à l'ouvrière microscopiste.

Pour certains lots, on fait même un deuxième contrôle, qui porte sur les mortiers du premier contrôle, et qui a surtout pour but d'obliger le premier contrôle à être absolument irréprochable.

Les sachets reconnus sains sont ouverts par des ou-

vrières qui les jettent ensuite dans des baquets d'eau froide ; d'autres ouvrières les y dépouillent exactement de leurs graines en les triturant légèrement sous l'eau avec la main. Ces graines sont lavées ensuite sur un tamis par un courant d'eau venant frapper sous la toile du tamis, et se déversant ensuite par les bords supérieurs du récipient.

La graine lavée, puis séchée à l'ombre, est passée au ventilateur, et enfin répartie par lots de 25 gram. dans autant de sachets que l'on ferme à la cire et qu'on marque d'un numéro d'ordre. Ces sachets sont étalés sur des châssis à claire-voie dans des armoires de toile métallique que l'on pourra transporter, au moment voulu, dans la chambre d'hivernation.

Les microscopes à employer pour le travail précédent doivent donner un grossissement de 400 à 500 diamètres. Nous pouvons recommander tout spécialement ceux que construisent à Paris M. Prasmowski, rue Bonaparte, 1 (oculaire 4, objectif 7), et M. Nachet, rue Saint-Séverin, 17 (oculaire 2, objectif 5) (V. fig. 36). Les premiers se distinguent par une grande netteté des images ; mais la distance focale de l'objectif est très courte, ce qui oblige à n'employer que des lamelles couvre-objets très minces ; dans les microscopes de M. Nachet, la distance focale est assez grande pour permettre l'usage de lamelles épaisses [1].

[1] Quelques détails sur le microscope et son emploi ne seront peut-être pas inutiles aux débutants. — Cet instrument se compose d'un tube T, muni à ses extrémités de systèmes de lentilles dont l'un A s'appelle *oculaire* et l'autre O *objectif*. Ce tube, qui doit être tiré dans toute sa longueur, glisse à frottement doux dans un anneau porté par un pied C à potence ; une vis V permet d'élever ou d'abaisser la potence, et par suite le tube, d'un mouvement lent et régulier. Un miroir réflecteur M

Graines de diverses races. Croisements. — Celui qui prépare des graines de vers à soie ne se préoccupe pas seulement de les avoir exemptes de toute maladie. Il veut encore que les cocons qu'elles produiront soient d'un type estimé des filateurs.

Or, les filateurs recherchent les cocons qui se dévident

renvoie la lumière du ciel ou d'une lampe à pétrole sur l'objet à étudier, lequel est placé sur l'ouverture d'une platine D : un opercule percé de trous est sous la platine et permet de limiter à volonté le faisceau lumineux qui éclaire l'objet.

Cet instrument se place sur une table basse, massive, devant une fenêtre munie de volets ou rideaux qui laissent entrer juste la lumière

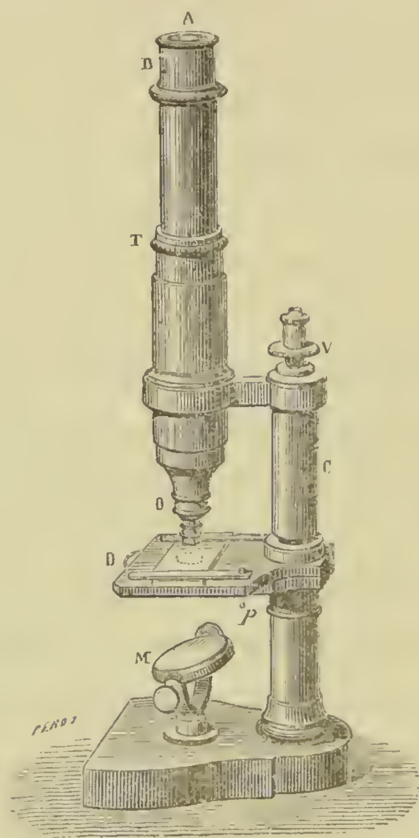


Fig. 36. — Microscope NACHET.

utile. L'observateur s'installe sur un tabouret solide, regarde dans l'oculaire, et fait mouvoir le miroir jusqu'à ce que le champ de la lunette soit assez éclairé ; cela fait, il met sur la platine la préparation à étudier.

Cette préparation a été faite comme il suit : Un aide a ouvert la cellule

bien, sans trop de déchet, qui n'ont pas trop de doubles, et donnent la plus belle soie. Mais il arrive précisément que nos races indigènes, jaunes ou blanches, qui sous ces divers rapports sont bien préférables aux japonaises, sont plus sujettes à la flacherie que ces dernières. Pour tâcher de bénéficier de cette robusticité spéciale des races japonaises, on a eu l'idée de les croiser avec nos races jaunes.

Les premiers essais ont été faits, en Italie, avec des japonais *à cocons verts* : ils ont donné des vers à soie extrêmement robustes, bien résistants à la flacherie ; mais les cocons étaient de formes et de couleurs très diverses, d'un classement difficile pour la filature ; il y avait en outre 12 à à 15 % de doubles.

contenant avec les graines le papillon femelle (ou les papillons mâle et femelle), puis il a enlevé les ailes à ce papillon et broyé le corps avec un peu d'eau dans un petit mortier, de façou à faire une bouillie assez claire.

L'observateur a reçu ce mortier accompagné de la cellule correspondante (ici les cases à deux compartiments sont très utiles) ; il a pris une lame de verre bien propre et déposé dessus, à l'aide du pilon, une très petite quantité de la bouillie du mortier, puis il a mis par dessus une lamelle mince (couvre-objet). Il est essentiel que cette lamelle appuyée sur la lame y reste collée et ne flotte pas sur un excès de liquide.

La lame étant mise sur la platine, on descend à la main le tube du microscope jusqu'à ce que l'objectif touche presque la lamelle ; on met l'œil à l'oculaire, et avec la vis on tourne à droite ou à gauche jusqu'à ce qu'on voie nettement les petits corps flottants dans le liquide de la préparation ; c'est ce qu'on appelle la *mise au point*. Quand l'instrument est mis au point et qu'on se sert toujours de lames et de lamelles de même épaisseur, il n'y a presque plus besoin d'y toucher pendant toute la série des observations. Il arrive parfois que l'objectif se mouille en rencontrant un peu de liquide : alors l'instrument paraît trouble ; il suffit d'essuyer avec un linge fin la lentille malpropre pour le remettre en état.

Plus tard, on eut l'heureuse idée d'employer des *japons blancs* au lieu de japons verts : le croisement avec les jaunes indigènes donna alors des cocons *jaune-paille* très jolis, mêlés avec quelques blancs et jaunes des types d'origine ; le triage de ces sortes est très facile, et la filature tire de tous trois un excellent parti. En effet, la soie des cocons jaune-paille est très belle : M. Francezon, qui l'a étudiée en 1880, a trouvé que, comparativement à une des plus belles grèges Cévennes, elle donnait:

	Cévennes.	Croisés.
Défauts dans 100 mètres....	68	51
Longueur examinée........	24000^{m}	28000^{m}
Titre à 500 mètres.........	0.720	0.890
Élasticité à 10 % d'eau.....	0.223	0.208

Les coques et la grège lui ont présenté une composition intermédiaire entre les produits similaires des types d'origine :

		Jaunes pays.	Blancs japon.	Croisés.
Coques	Gomme......	28.05	24.20	26.00
	Fibroïne......	71.95	75.80	74.00
Grège.	Gomme......	24.78	22.00	23.00
	Fibroïne......	75.22	78.00	77.00

Malheureusement la proportion des doubles dépasse encore 12 %, ce qui annule presque entièrement les avantages qu'on obtiendrait de ces cocons. On ne peut atténuer cette tendance à faire des doubles que par des croisements répétés avec des jaunes indigènes.

Quand on fait reproduire les *jaune-paille* entre eux, on a l'année suivante encore les trois types : jaune-paille, jaune pays et blancs japon.

Le prix plus élevé des jaunes pays[1] doit nous engager à élever ces races de préférence. Nous n'avons pas besoin de recourir aux races japonaises ; nous possédons dans le Roussillon, les Cévennes, le Var, les Alpes, la Corse, assez de variétés de races jaunes pour que les croisements, s'ils ont réellement un effet utile en faveur de la robusticité des vers, puissent être pratiqués d'une manière avantageuse. En ce faisant, nous ne courons le risque, ni de diminuer la qualité des cocons, ni d'augmenter la proportion des doubles. Nous pouvons donc en toute sécurité recommander la pratique de semblables croisements. Il serait extrêmement intéressant d'élever les graines ainsi obtenues concurremment avec les graines des mêmes races conservées pures.

IV. — Limites de la culture industrielle des Vers à Soie.

Du prix de revient des cocons. — S'il ne s'agissait, en élevant des vers à soie, que d'obtenir *à tout prix* des récoltes de cocons très élevées, approchant même de la limite infranchissable qui est établie par le nombre des œufs mis à éclore, nous pouvons dire qu'aujourd'hui le problème serait complètement résolu. Avec les graines bien sélectionnées, bien conservées et les méthodes d'é-

[1] Voici les prix moyens établis pour 1883, par la Chambre de Commerce de Milan :

Verts et blancs Japon annuels, avec un maximum de 18 °/₀ de doubles et rouillés : 3 lires 18 le kilog.

Croisés blancs et jaunes, avec un maximum de 9 °/₀ de doubles : 3 lires 69.

Jaunes d'Europe, avec un maximum de 6 °/₀ de doubles : 3 lires 94.

levage que nous possédons, on peut dépasser sans trop de peine le chiffre de 50 kilos à l'once de 25 gram.

Mais il y a un élément de la question qu'on ne peut passer sous silence : c'est le *prix de revient*. Les dépenses de feuille et surtout de main-d'œuvre empêchent qu'on ne doive poursuivre trop loin l'élévation du poids de la récolte ; au delà d'un certain poids, le surplus qu'on tenterait d'obtenir entraînerait à des frais hors de proportion avec sa valeur vénale. Il peut même arriver que des considérations de cette nature obligent les agriculteurs à renoncer à l'élevage des vers à soie. Aujourd'hui surtout que le bas prix des cocons et le haut prix de la main-d'œuvre agissent simultanément pour diminuer les bénéfices de cette industrie, il importe de considérer de près les moyens dont on peut disposer pour augmenter autant que possible les recettes, avec des quantités de feuille et de travail déterminées d'avance.

Économie sur la graine. — En ce qui concerne la production et la conservation de la graine, on peut opérer très économiquement. Que chaque cultivateur élève à part 4 ou 5 gram. de graine saine : le produit lui fournira à peu de frais une vingtaine d'onces d'excellente graine. Cela vaudra infiniment mieux que d'acheter toujours bien cher des graines de qualité incertaine. Quant aux locaux d'hivernation, ils sont faciles à trouver dans les pays froids, et ces locaux, si on les organise convenablement, suffisent à héberger les approvisionnements des contrées séricicoles environnantes.

Économie sur la feuille.— Les dépenses vraiment importantes, dans l'élevage des vers, sont celles de la

feuille et de la main-d'œuvre. Celui qui saura les réduire assez trouvera toujours du profit dans cette industrie ; celui au contraire qui n'y aura pas pris garde sera fort exposé à perdre, même avec une belle récolte de cocons. Le plus simple calcul suffit à le prouver.

En effet, le prix de la feuille de mûrier est très variable, étant, comme tous les prix, gouverné par le rapport de l'offre à la demande. Souvent, sur le marché, on paye la feuille 15 fr. les 100 kil. Sur pied et d'avance, elle s'achète de 5 à 6 fr. Au propriétaire qui l'utilise lui-même, elle ne coûte guère que ce que coûterait un fourrage quelconque que la terre porterait aux lieu et place du mûrier, c'est-à-dire 8 à 9 fr. les 100 kil. à l'état sec ; or, 100 kil. secs représentent environ 300 kil. de feuilles fraîches, ce qui porte le prix de cette dernière à 2 fr. 60 ou 3 fr. les 100 kil. On voit quel avantage possède le propriétaire de la feuille pour produire des cocons à bas prix. En supposant qu'il en fasse utiliser par ses vers à soie 1000 kil., il aura dépensé :

Valeur de la feuille estimée.........	30 fr.
Cueillette, à 1 fr. 50 les 100 kil.....	15 —
TOTAL.............	45 fr.

L'acheteur aurait payé :

Feuille achetée de 5 à 10 fr. les 100 kil.	50 à	100 fr.
Cueillette, à 1 fr. 50.	15	15 —
TOTAL...........	65 à	115 fr.

Nous n'avons pas mentionné le prix du transport de la feuille ; s'il se fait à de grandes distances, par chemins de fer, le prix de revient des cocons se trouve grevé d'autant. Il n'y a donc guère que le propriétaire de cette

feuille qui puisse se permettre cette dépense. Ajoutons que c'est pour lui une excellente manière d'utiliser sa feuille, en disséminant ses vers à soie dans plusieurs petites éducations. En Italie, ce système est très pratiqué ; à l'époque des éducations, les chemins de fer sont encombrés de feuille qui voyage. En France, on n'a pas beaucoup tiré parti des grandes plantations hors d'un rayon très limité, et une fois qu'on n'a plus trouvé dans ce rayon l'emploi de la feuille, on a arraché mal à propos une foule de mûriers.

Économie sur la main-d'œuvre. — Les diverses catégories d'éducateurs dépensent aussi des sommes fort inégales pour la main-d'œuvre. Ceux qui payent des journaliers doivent compter, pour les seize premiers jours de l'élevage, au moins huit journées par once (en supposant qu'un ouvrier soigne 2 onces), et plus tard seize autres journées pour terminer cet élevage, ce qui fait, au prix le plus réduit :

Par once, 24 journées à 1 fr. 25....... 30 fr.

Dans bien des localités, la dépense pour le même travail sera supérieure :

Par once, 24 journées à 2 fr.......... 48 fr.

Supposons d'autre part le cas d'une famille de paysans où, dans un coin de cuisine, les femmes et les enfants soignent à temps perdu quelques claies de vers ; la main-d'œuvre ici est absolument sans valeur et ne devient appréciable que dans les quatre ou cinq derniers jours de l'élevage :

4 à 5 journées à 2 fr.............. 8 à 10 fr.

On voit, par ces considérations, que l'élevage des vers

à soie se fera de la manière la plus économique : 1° par les possesseurs de mûriers ; 2° par les familles disposant de travailleurs à vil prix.

Ces deux conditions se trouvent réunies lorsque le propriétaire de grandes plantations de mûriers s'associe avec un grand nombre de petits éducateurs auxquels il fournit la graine et la feuille, tandis qu'ils donnent le local et la main-d'œuvre ; le partage de la récolte se fait par moitié ; la totalité des dépenses par once en pareil cas n'atteint pas 80 fr.; la recette arrive aisément au double de cette somme.

40 kil. cocons à 4 fr.................. 160 fr.

Il y a peu de travaux agricoles qui donnent en si peu de temps autant de bénéfice.

Mais un tel système n'est pas applicable partout ; la répartition de la population agricole, le mode de tenure des terres, la facilité des communications, ne sont pas toujours conciliables avec lui.

Causes qui limitent la culture des vers à soie, d'après M. de Gasparin. — Dans un savant Mémoire publié en 1840, M. de Gasparin a étudié les diverses causes qui limitent dans une région si restreinte de la France la culture des vers à soie. Elle ne peut pas être lucrative, dit-il, dans les pays où la feuille des mûriers gèle habituellement au printemps, ni dans ceux où ces arbres ne supportent pas la taille annuelle, ni dans les localités sujettes aux orages, aux pluies printanières, à certains miasmes ; il reconnaît en outre à cette culture des limites imposées par des raisons d'un autre ordre : dans le Midi, on ne plante plus de mûriers s'ils ne font

pas rendre à la terre 50 °/₀ en plus du loyer ordinaire ; on ne veut pas de vers à soie dans les pays constitués en grandes fermes, parce que la population agricole y est trop peu nombreuse ; on les repousse aussi des pays voués à des cultures spéciales, telles que les vignes, les prairies, les oliviers etc. ; les terres exploitées par des fermiers n'y sont pas non plus bien propices à cause du mauvais vouloir de ceux-ci, tandis que les métayers s'y intéressent plus aisément ; enfin, l'éducation des vers à soie ne peut pas subsister avec les assolements alternes, qui emploient beaucoup de travaux au printemps. Voilà de nombreuses raisons pour que les grands domaines soient en général incompatibles avec les vers à soie. Dans les petites exploitations, au contraire, cette industrie s'allie à merveille avec tous les genres de culture.

Ces conclusions, assez complexes, se résument en somme par cette simple proposition : *La culture des vers à soie n'est lucrative que là où on peut avoir la feuille de mûrier et la main-d'œuvre à des prix suffisamment modérés, dont l'élévation est subordonnée au prix de vente des cocons.*

Distinction entre les grandes et les petites éducations. Avantages de ces dernières. Leur extension possible hors des limites fixées par M. de Gasparin. — Cette proposition, évidente *à priori*, est vraie pour les plus petites éducations comme pour les plus grandes, et ce sont ces dernières seulement que M. de Gasparin a considérées. Il ne paraît pas avoir porté son attention sur celles de quelques grammes seulement ; cependant nous avons reconnu qu'elles présentent sur

les grandes des avantages considérables sous le rapport de l'économie et aussi des chances de succès. Les petits élevages, par conséquent, peuvent être conservés dans bien des cas où les éducations de deux onces et au-dessus ne seraient plus lucratives. L'expérience l'a du reste démontré [1].

Dans combien de fermes et de maisons de paysans n'y a-t-il pas de bras oisifs, ne fût-ce que quelques heures par jour? Serait-il bien pénible à des femmes, voire à des enfants, de cueillir quelques poignées de feuilles à des haies de mûriers plantées autour d'un jardin et de les répandre sur une claie de vers ? Les cocons obtenus dans ces conditions ne coûteraient presque rien.

On objecte que le bénéfice réalisé de cette manière dans chaque ménage ne serait qu'une petite somme. Mais que cent mille ménages récoltent cette petite somme, chose parfaitement possible, le total de ces sommes fera un revenu important, nullement à dédaigner pour le bien-être de toute la population.

On assure qu'en Chine c'est de cette façon que les vers à soie sont traités. Pas de cabane de paysan qui n'en élève quelques claies. Il en est de ces insectes comme des animaux de basse-cour dans nos campagnes. En cela, nous croyons que l'exemple des Chinois pourrait être suivi utilement par nos concitoyens.

[1] La ruine des grandes éducations a entraîné l'abandon de l'industrie séricicole dans plusieurs départements où elle pourrait renaître par le système indiqué ci-dessus. Ainsi, en 1808, l'Indre-et-Loire produisait 30,000 kil. de cocons ; la Loire 31,000 kil.; l'Hérault 517,000 kil.; le Var 1,102,000 kil.; l'Allier 3,000 kil. Sans doute d'autres cultures, la vigne par exemple, ont supplanté le mûrier ; mais est-il possible de croire qu'il n'y ait plus du tout de place pour celui-ci ? Les sociétés agricoles devraient y songer.

TABLE DES MATIÈRES.

TROISIÈME PARTIE.— De la Chrysalide et du Cocon.

FIN.





A. Œuf — B. Ver à l'éclosion — C. Ver à la 1re mue — D. Ver à la 2e mue



Ver à la 3e mue avant la mue



Ver à la 3e mue après la mue



Ver à la 4e mue avant la mue



Ver à la 4e mue après la mue



Ver à maturité



Ver occupé à terminer son cocon



Cocon et Chrysalide





Chrysalide vue de dos et de flanc



Papillon mâle

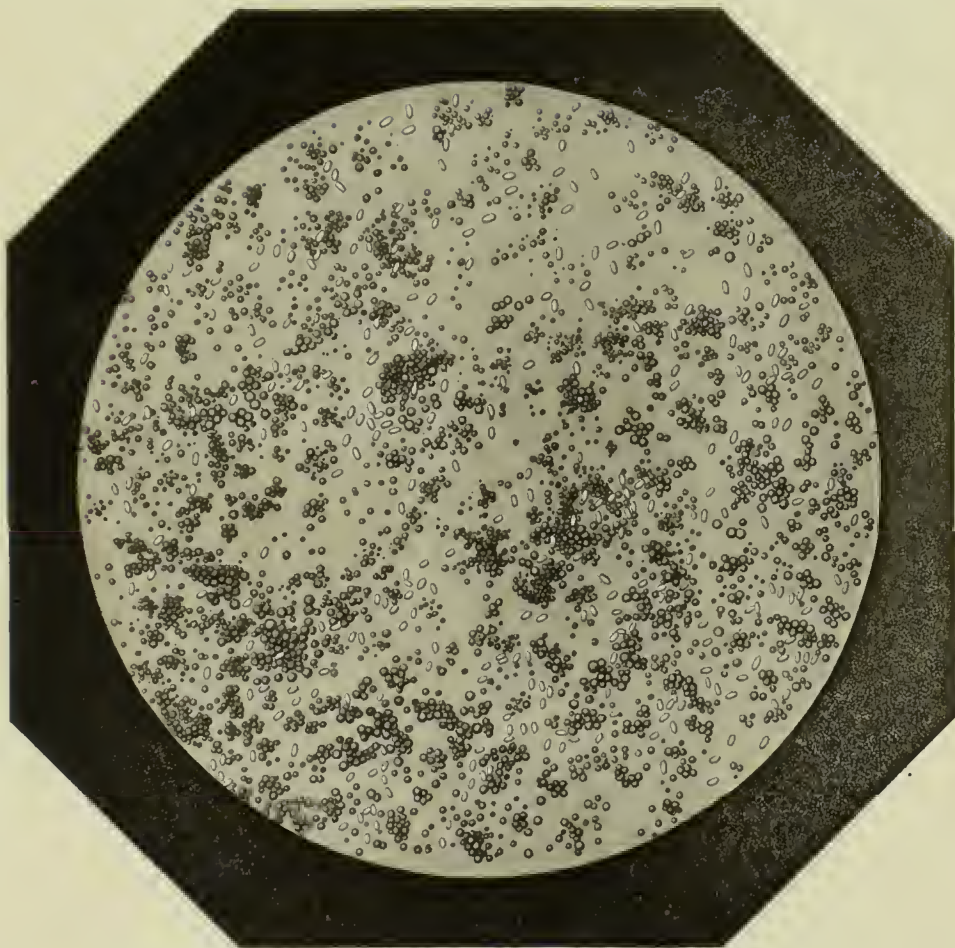


Papillon femelle

SOINS QUOTIDIENS A DONNER AUX VERS A SOIE

Signification des lettres: e, *espacer;* d, *déliter;* r, *repas; mues*

AGE	JOUR	HEURES DU MATIN												HEURES DU SOIR												SURFACE PAR ONCE	POIDS DE FEUILLE par once	Température (deg. cent.)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	1										r			r			e.r			r				r		1^{mq}		
	2						e.r				r			r			c.r			r				r				
I	3						e.r				r			r			e.r			r				r			3^k	24°
	4						e.r				r			r			e.r			r				r				
	5						r				r															3^{mq}		
	6											der				r				r				r		5^{mq}		
II	7						e.r				r			r			r			r				r				
	8						e.r				r			d.r			r			r				r			9^k	23°
	9						r				r															7^{mq}		
	10											der				r				r				r		10^{mq}		
	11						e.r				r			r			r			r				r				
III	12						der				r			r			r			r				r				
	13						e.r				r			r			dr			r				r			30^k	22°
	14						r				r			r			r			r								
	15																									15^{mq}		
	16				der						r						r						r			20^{mq}		
	17				r						e.r						r						r					
	18				r						der						r						r					
IV	19				r						e.r						r						r				90^k	22°
	20				r						r						der						r					
	21				r						r																	
	22																									30^{mq}		
	23				der						r						r						r			40^{mq}		
	24				e.r						r						r						r					
	25				r						der						r						r					
	26				e.r						r						r						r					
V	27				r						der						r						r					
	28				e.r						r						r						r			60^{mq}	570^k	22°
	29				r						d.r						r						r					
	30				r						r						r						r					
	31				r						d.r						r						r					23°
	32				r												r											
	33																											23°



P. Lackerbauer ad nat. del — Picart sc

$\frac{312}{1}$

DÉJECTIONS DE PAPILLONS TRÈS CORPUSCULEUX

Imp Geny-Gros, Paris